

Zdalo by se, že v dnešní době prudkého rozvoje techniky a především elektroniky není ekonomické ani jinak zdůvodnitelné stavět si rozhlasový přijímač. Na trhu je poměrně široký sortiment přijímačů různých velikostí a cen (i když většinou vcelku stejné jakosti). Sečteme-li čas potřebný ke stavbě především složitějšího přijímače (zvláště čas vynaložený na shánění součástek) a cenu součástek, můžeme si snadno vypočítat, že amatérská stavba složitějšího přijímače nevyjde o mnoho levněji (často naopak i draže) než běžný průmyslový výrobek.

Rozhlasový přijímač, i ten nejjednodušší, vychoval již několik generací elektroniků, profesionálů i amatérů; snad každý, kdo se chtěl před léty zabývat radiotechnikou, začínal krystalkou. Dnes bývá prvním krokem do tajů radiotechniky stavba tranzistorového přijímače.

Existují a existovaly samozřejmě výimky, ty však jen potvrzují pravidlo.

Začínajícím konstruktérům bychom však chtěli dát předem jednu dobrou radu: nenechte se odradit prvním nezdarem, který vás jistě při stavbě jakéhokoli přístroje potká! Je to zákonitě a

ZÁBAVA - nutnost ZBYTEČNOST ?

¶ Takovou úvahou lze dospět k otázkám položeným v titulku. Odpověď je celkem jednoduchá: zábava je to určitě, nutnost jen v případech, chceme-li mít přijímač výjimečných nebo alespoň neobvyklých vlastností, rozměrů apod. Zbytečnost to však není nikdy, protože vždycky při stavbě přijímače něco získáme, ať již mechanickou zručnost, technické poučení, ověření vlastních schopností a znalostí atd. V neposlední řadě (pro mnohého hlavně) je však důležitý fakt, že dokázal vlastníma rukama udělat něco, co je k užitku nejen jemu, ale celé rodině nebo kroužku: něco, co má trvalou hodnotu a čím se může právem i pochlubit. Vždyť je přece známo, že člověk si nejvíce váží těch věcí, na jejichž vytvoření se podílel, protože ví, kolik práce a času na ně bylo vynaloženo – umí je prostě ocenit.

potrefovalo to každého z nás v kterémkoli období radioamatérské činnosti. Musíte si uvědomit, že elektronika i v té nejjednodušší podobě je důsledná a důkladná práce, stálé učení, a že každá nedbalost nebo polovičatost se dříve nebo později vymstí. Všichni známe pracovníky, kteří mají na prkénku nejdokonalejší a nejsložitější konstrukce – nikdy je však neuvedli do takového stavu, aby mohly spolehlivě a bezpečně sloužit. Zvykněte si proto od začátku pracovat tak, abyste každou věc, kterou začnete, dovedli do konce – to znamená do takového stavu, kdy se dá bez uzardění ukazovat kamarádům i skříňka, uspořádání součástek atd. Nevyhýbejte se mechanické práci, naučíte se při ní trpělivosti, zručnosti a seznámíte se dokonale s materiály, jejich lepením, opracováním, atd.

Správný radioamatér si také nikdy nezoufá, není-li ta či ona součástka na trhu přesně v takovém provedení, jaké je předepsáno v návodu ke stavbě. Chce to jen vědět, jakou funkci součástka v obvodu má, mít po ruce např. katalog elektronek nebo polovodičů, znát vlastnosti jednotlivých materiálů, nebát se zkoušet a především měřit. Měření je alfou i omegou radioamatérské činnosti; nemusíme mít doma ani měřidla všeho druhu a nejlepší jakosti – ve většině případů vystačíme s jednoduchými měřidly a jen s orientačním měřením v daném za-

pojení. Pro složitější obvody a pokročilé radioamatéry ovšem platí, že čím více přesných měřidel máme k dispozici, tím snadněji a rychleji dosáhneme cíle – správné činnosti obvodu i celého zařízení. Při všem, co budete ve své radioamatérské činnosti dělat, nezapomínejte, že měřit znamená vědět a že bez měření nelze dojít k optimálnímu výsledku.

Po tomto nabádavém úvodu přejeme všem čtenářům mnoho zdaru v práci a hodně trpělivosti. Věříme, že nikdo z vás nezůstane jen u krystalky nebo u jiného nejjednoduššího přijímače!

Tranzistorové rozhlasové PŘIJÍMAČE

Norbert Čuchna, František Michálek

Jako každá lidská činnost, má-li být úspěšná, řídí se i konstrukce elektronických zařízení svými zvláštními pravidly, která jsou tím složitější, čím složitější je stavěné zařízení. Pro všechny stupně složitosti však platí několik hlavních zásad, které musí znát i začátečník, aby výsledky jeho práce odpovídaly vynaložené námaze a obětovaným finančním prostředkům. Pokusíme se v tomto čísle Radiového konstruktéra vysvětlit tato hlavní pravidla a seznámit čtenáře s různými „fintami“, které usnadňují práci a pomáhají dojít spolehlivě k optimálním výsledkům.

Nejprve se seznámíme se všeobecnými zásadami, které platí pro stavbu jakéhokoli přijímače, a pak si ukážeme jejich praktickou aplikaci ve druhé části časopisu, kde je popsána stavba tranzistorových přijímačů pro amplitudovou i kmitočtovou modulaci. Konstrukce přijímačů jsou vybrány tak, aby si každý čtenář mohl zvolit tu, která ho zajímá a na kterou svými znalostmi, zkušenostmi a finančními možnostmi stačí.

Vzhledem k tomu, že technika koncových i zesilovacích i předzesilovačů je poměrně jednoduchá, je u některých přijímačů uvedena konstrukce až po výstup

z detektoru nebo poměrového detektoru a ve zvláštní kapitole jsou souhrnně popsány i zesilovače, které lze podle požadavků na jakost, cenu, rozměry, váhu, napájení atd. připojit za detekční stupeň. Přijímače pro začínající radioamatéry však uvádíme celé – i s nízkofrekvenčním zesilovačem. Problematiku rozhlasových přijímačů doplňují články o materiálech na skřínky, o vhodných lepidlech na tyto materiály a tabulky nejdůležitějších údajů potřebných k práci na stavbě přijímačů. Všechny přijímače, jejichž zapojení uvádíme, byly postaveny a vyzkoušeny – k některým najdete v textu i obrazec s plošnými spoji.

Zásady stavby přijímačů a konstrukční prvky

Než se rozhodneme ke stavbě jakéhokoli přijímače, musíme si ujasnit, jakému účelu má sloužit, a podle toho pečlivě vybírat. Je například úplně zbytečné stavět přijímač s nízkofrekvenčním zesilovačem, který je schopen přenášet kmitočty v rozsahu 40 až 15 000 Hz, a používat reproduktor, který tyto kmitočty v tak širokém rozsahu nemůže vy-

zářit. Stejně neuváženým mrháním penězi a součástkami by také bylo, navrhovat do kapesního přijímače na miniaturní baterie takové obvody, které mají velkou spotřebu proudu – provoz by byl velmi drahý a neekonomický. Stejně nesprávné je však například napájet přijímač s velmi malým odběrem proudu z monočlánků; používáme-li jej méně často, může se stát, že se články zničí vlastními vnitřními chemickými pochody, aniž by odevzdaly všechnu energii, kterou jsou schopny dodat.

Dnes, kdy především v pásmu středních vln je velmi mnoho stanic, které se často vzájemně překrývají, není nutný ani požadavek na zvlášť velkou citlivost přijímače. Takový přijímač pak vyžaduje mimořádně selektivní obvody, propouštějící jen velmi úzké pásmo; tím se zmenšuje přenášený rozsah kmitočtů, okrajové kmitočty jsou odřezávány a výsledná reprodukce je plochá a neuspokojivá. Stavba je navíc náročná na součástky a tedy i drahá.

Ze všech těchto poznatků vyplývá, že před každou stavbou podle uveřejňovaných návodů nebo i před vlastním návrhem musíme především uvážit, jak velký přijímač chceme mít, to znamená jaké baterie a jaký reproduktor použijeme, neboť převážně tyto součásti určují jeho rozměry. Současně se musíme rozhodnout, pro jaká pásma kmitočtů bude určen (SV, DV, KV, VKV) a jaký má být jeho výkon. Tyto požadavky na sebe bezprostředně navazují – přijímač pro VKV musí mít jakostní nf zesilovač a velký reproduktor (alespoň o \varnothing 10 cm). Jakostní nf zesilovač bude mít pravděpodobně i větší spotřebu proudu, což bude vyžadovat baterii větších rozměrů atd.

Všeobecně lze tedy shrnout: dobrý přijímač nemůže být miniaturní, protože miniaturizace předpokládá malý reproduktor, malé baterie, miniaturní součástky atd. Takový přijímač přenáší kmitočty přibližně v rozsahu 300 až 3000 Hz (i menším), což je pro dobrou reprodukci málo (kmitočtový rozsah takového přijímače se příliš neliší od kmitočtového spektra přenášeného telefonem). U miniaturních přijímačů se také obvykle špatně vyladují stanice, stavba je stěsnaná a

nevýhodná pro opravy, baterie jsou drahé a provoz neekonomický. Stavba je kromě toho i drahá vzhledem k podstatně vyšší ceně miniaturních součástek.

Pro orientaci si uveďme typické vlastnosti středně velkého přenosného přijímače, který by vyhověl průměrným nárokům na hospodárnost, citlivost, výkon, spotřebu a reprodukci:

Spotřeba proudu: do 60 až 80 mA.

Citlivost: kolem 300 μ V/m pro SV,
kolem 10 μ V pro VKV (pro
poměr signál/šum 26 dB).

Kmitočtový rozsah nf zesilovače:

od 150 do 8000 Hz pro AM,

od 80 do 12 000 Hz pro VKV.

Nf výkon: přes 100 mW.

Toto základní určení vlastností stačí, abychom mohli stanovit rozměry skřínky, typ reproduktoru a napájecích baterií, zapojení nf zesilovače a v podstatě i zapojení vf a mf stupňů. K přesnému stanovení počtu stupňů vf a mf zesilovače stačí uvést, že zesílení směšovače pro AM bývá kolem 20 dB, mf zesilovače pro AM se třemi tranzistory v běžném zapojení s uzemněným emitorem přes 70 dB, ztráty v detekčním stupni se pohybují kolem 30 až 40 dB a zesílení nf zesilovače se čtyřmi tranzistory je (podle zapojení) 60 až 80 dB. U přijímačů pro příjem kmitočtově modulovaných signálů mívá běžný ladící díl se dvěma tranzistory zesílení kolem 20 dB, mf zesilovač (v zapojení se společným emitorem) stejně jako u přijímačů pro AM, ztráty v poměrovém detektoru jsou asi 30 až 40 dB.

Všechna fakta, která jsme zatím uvedli, platila samozřejmě o přijímačích s oscilátorem a směšovačem, tj. superhetech. V zásadě však platí i pro přímozesilující a reflexní přijímače, zvláště pokud jde o volbu baterií, reproduktorů a rozměrů skřínky.

Podle všech těchto zásad bylo postaveno několik přijímačů, jejichž podrobný popis je ve druhé části tohoto čísla.

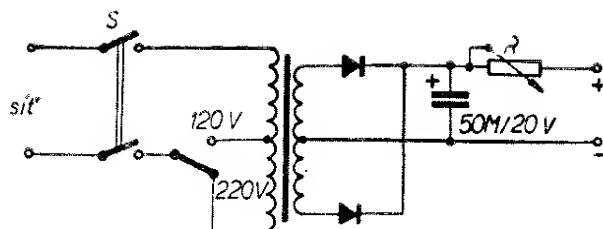
Než se k nim dostaneme, povíme si ještě o jednotlivých stavebních dílech tranzistorových přijímačů, o jejich vlastnostech a zacházení s nimi, popřípadě i o jejich navrhování a konstrukci, budeme-li je zhotovovat sami.

Napájení a zdroje proudu

Zásadně platí (s výjimkou přijímačů s velmi malým odběrem proudu), že čím větší baterii použijeme, tím levnější je provoz přijímače. Pro přijímače, u nichž předpokládáme poslech převážně na reproduktor, vyloučíme jako zdroj proudu destičkové baterie (typ 51D, 9 V), které mají velmi malou kapacitu, snesou jen velmi malý odběr proudu, nedají se skladovat delší dobu, jsou drahé a často ani nejsou k dostání. Vyhnete se raději také malým, tzv. tužkovým článkům, i když jsou poměrně levným zdrojem, protože ani ty nesnesou větší odběr proudu, špatně se shánějí a jejich jakost je nevalná. Nejvhodnějšími bateriemi jsou kulaté baterie typu 223 o napětí 3 V (pro maximální špičkový odběr proudu do 300 mA), ploché baterie o napětí 4,5 V, kulaté baterie typu 230 o napětí 3 V a konečně tzv. monočlánky o napětí 1,5 V. Rozměry a váha těchto baterií a článků vyhoví vždy, nepožadujeme-li přehnanou miniaturizaci: plochá baterie má rozměry $22 \times 67 \times 61$ mm, váhu 110 g, kulatá baterie typu 223 má $\varnothing 22$ mm a výšku 76 mm, váha je 45 g, typ 230 má $\varnothing 26$ mm a výšku 76 mm, váhu 82 g, monočlánek má průměr 34 mm, výšku 61,5 mm a váží 85 g.

Jako zdroj však nemusí sloužit jen tyto tzv. suché články. Občas se na trhu vyskytují i akumulátory NiCd a rtuťové články, kromě toho lze přijímač napájet i ze sítě. Rtuťové články vyloučíme jako příliš drahé, i když mají výhodu v tom, že jejich napětí při vybíjení zůstává téměř konstantní a nemění se ani vnitřní odpor. Nevýhodou však je, že se nedají dobít.

Akumulátory NiCd se u nás používají k napájení zatím jen velmi zřídka, neboť jsou málokdy k dostání a jejich dokonalé využití vyžaduje pravidelné dobíjení. Tato vlastnost je na druhé straně radí mezi velmi vhodné zdroje, protože je lze dobít (až 150krát) a mají i tu výhodu, že i při velkém odběru proudu odevzdávají téměř konstantní napětí, které se s časem mění jen velmi málo. Nejběžnější typ 225 má rozměry $25 \times 8,6$ mm, váží 11 g a má kapacitu 0,23 Ah; v sedmitranzistorovém přijímači vydrží dodávat

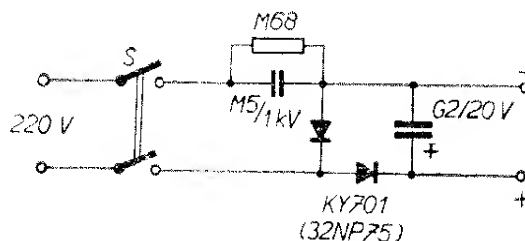


Obr. 1. Zdroj nabíjecího proudu pro akumulátory NiCd

energii při plné hlasitosti přijímače po dobu asi 4 hodin (při odběru proudu 60 až 70 mA). Nabíjí se asi 15 hodin proudem jedné desetiny kapacity, tj. asi 20 až 25 mA. Při vybíjení nemá napětí jednoho akumulátoru poklesnout pod 1 V, konečné napětí po nabití má být nejvýš 1,3 V, provozní napětí je asi 1,2 V. Klesne-li napětí akumulátoru na 1,1 V, je třeba jej dobít. Dobíjení je nejlépe řešit tak, že přes den přijímač používáme a přes noc dobíjíme akumulátory. Při tomto cyklu vydrží jedna sada akumulátorů asi dva a půl až tři měsíce.

Akumulátory lze dobít ze sítě jednoduchým zařízením; potřebujeme jen síťový transformátor se sekundárním vinutím 6,3 V (pro baterie akumulátorů s výsledným napětím kolem 6 V) nebo 12,6 V (pro baterie s výsledným napětím kolem 9 V). Schéma nejjednoduššího nabíječe je na obr. 1. Odpor (reostat) slouží k nastavení nabíjecího proudu. Diody jsou pro proud kolem 30 až 40 mA při napětí $U_{AK} = 20$ V nebo více (např. 2NP70, KA502, KY701, selenová destička atd.).

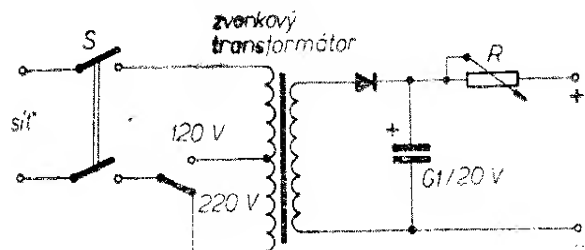
Podobně jako toto zapojení pracuje i zapojení na obr. 2. Je však třeba, aby před připojením nabíječe k síti byly vždy



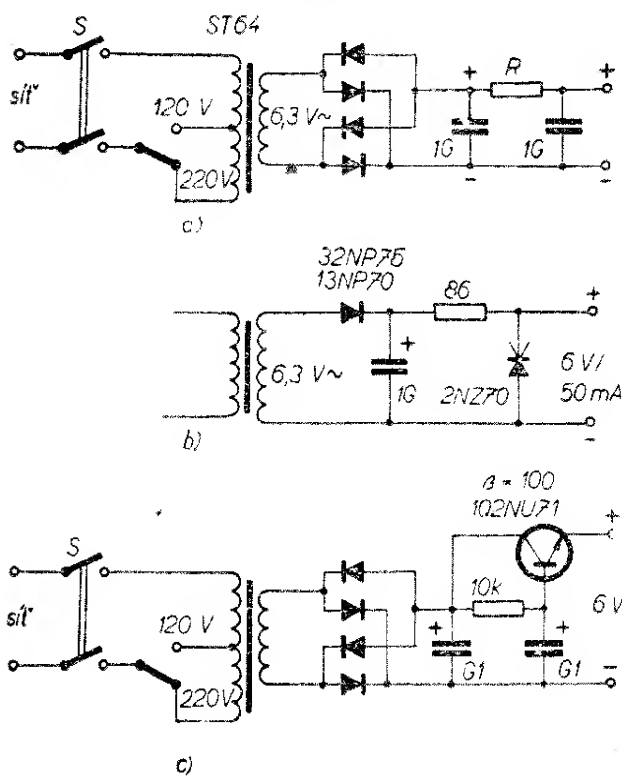
Obr. 2. Zdroj nabíjecího proudu pro akumulátory NiCd bez transformátoru. Před připojením k síti musí být připojeny nabíjené akumulátory, jinak se zničí diody a elektrolytický kondenzátor

na výstupní svorky připojeny nabíjené akumulátory (až 8 kusů v sérii), jinak se zničí usměrňovací diody. Pozor při obsluze! Celý nabíječ, každá jeho součást je galvanicky spojena přímo se sítí!

Podobně jako je možné nabíjet akumulátory NiCd, lze částečně dobíjet



Obr. 3. Zdroj proudu pro dobíjení suchých baterií



Obr. 4. a) Síťový zdroj pro tranzistorové přijímače s můstkovým usměrňovačem; b) stabilizovaný zdroj pro malý odběr proudu (do 50 mA); c) zajímavé zapojení napájecího zdroje. Jde o tzv. násobič kapacity. Obvod se chová tak, jako by na výstupu usměrňovače byla zapojena velká filtrační kapacita; její přibližnou velikost dostaneme vynásobením zesilovacího činitele β tranzistoru a kapacity kondenzátoru v bázi tranzistoru (podle obrázku by tedy byla $100 \cdot 100 \mu F = 10\,000 \mu F$)

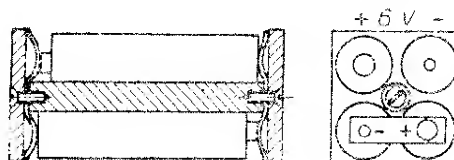
i obyčejné suché články. Zapojení je na obr. 3. Odporem R se reguluje nabíjecí proud, který je u běžných baterií v rozmezí 3 až 5 mA, u monočlánků asi 10 mA. Baterie se nabíjejí na jmenovité napětí (ne víc). Ohřejí-li se při nabíjení, je třeba nabíjení ihned přerušit. Je samozřejmé, že s úspěchem se setkáme jen tehdy, nemáme-li baterie zničené zinkové kalíšky jednotlivých článků nebo vylitý elektrolyt. Některé prameny uvádějí, že takto lze tyto články nabíjet až patnáctkrát. Jako usměrňovací dioda vyhoví i běžná detekční dioda (1NN41) nebo selenová destička libovolných rozměrů.

Přijímač lze napájet i ze sítě. Při větším odběru proudu je třeba dokonale filtrovat usměrňované napětí, jinak se v reprodukci objeví typický síťový brum (obr. 4a, c). Příklad usměrňovače se stabilizací pro přijímač s napájecím napětím 6 V do odběru proudu 50 mA je na obr. 4b.

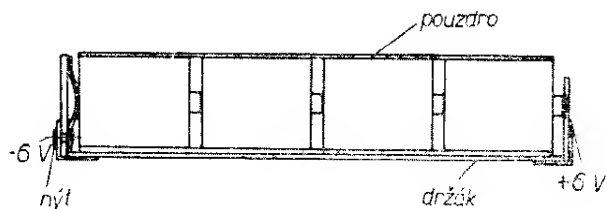
Podrobněji nebudeme tyto otázky rozebírat, protože na stránkách AR i jinde bylo a je stále uveřejňováno mnoho vyzkoušených zapojení pro nejrůznější požadavky na napájecí i nabíjecí zdroje.

Držáky na baterie

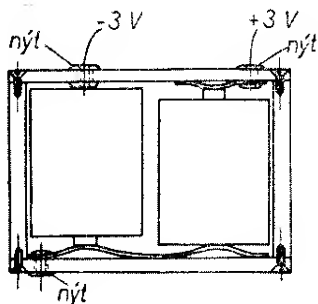
Pro suché baterie lze držáky uspořádat podle obr. 5 (tužkové články), obr. 6 (cylindrické baterie typu 223 nebo 230), obr. 7 (monočlánky), popřípadě obr. 8 (ploché baterie). Nejvhodnější držák na akumulátory NiCd je na obr. 9. Ke konstrukci držáků použijeme s výhodou malé odřezky cuprextitu nebo cuprexcartu, které obvykle zůstanou nevyužity po zhotovení destičky s plošnými spoji, nebo je dostaneme koupit v radiotechnických prodejnách. Držáky baterií se v některých případech dají koupit i hotové (např. na tužkové články). Zhotovujeme-li je



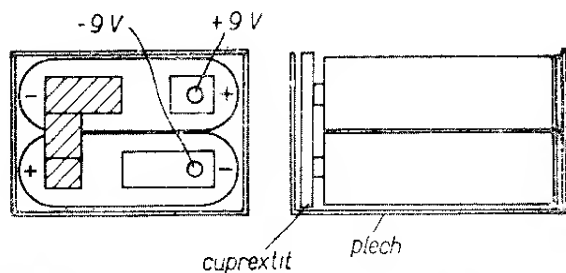
Obr. 5. Pouzdro na tužkové články



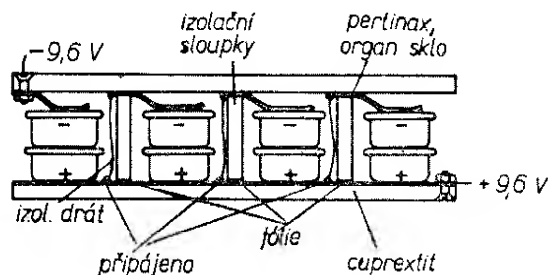
Obr. 6. Držák na kulaté články typu 223 a 230



Obr. 7. Držák na monočlánky



Obr. 8. Držák na ploché baterie



Obr. 9. Držák na akumulátory NiCd, typ 225

sami, uděláme kontakty z fosforbronzového plechu, který dostatečně pruží a má i dobré elektrické vlastnosti. Přívody k držákům baterií děláme zásadně z ohebných lanek, nikoli z drátů, které se snadno lámou již při několikáté výměně baterií. Při konstrukci a umístění držáku do přijímače dbáme i na to, aby v případě porušení článků a vylití elektrolytu nedošlo k poškození dalších součástí nebo

k narušení měděné fólie plošných spojů. V každém případě se vyplatí zkontrolovat občas stav baterií po elektrické i mechanické stránce.

Reproduktory

Do přijímače, od něhož vyžadujeme dobrou reprodukci, nebudeme nikdy dávat miniaturní reproduktor. Dnes je již vyvinuta a vyzkoušena celá řada zapojení nf zesilovačů bez transformátorů, které mají dobré vlastnosti, především pokud jde o přenos širokého kmitočtového pásma, a bylo by škoda je nepoužívat. Zařadíme-li na výstup takového zesilovače miniaturní reproduktor, snižujeme tím maximální dosažitelnou hlasitost, neboť tyto reproduktory mají malou účinnost, a současně zhoršujeme reprodukci, neboť ji ochuzujeme především o hluboké tóny.

Malé reproduktory použijeme především u miniaturních přijímačů s nf transformátory nebo tam, kde chceme poslouchat převážně na sluchátko. Do řady malých reproduktorů patří především typy ARZ085 s impedancí 8 Ω a ARZ095 s impedancí 25 Ω . Oba přenášejí kmitočty v rozsahu 400 až 4500 Hz, mají průměr 5 cm, jsou vysoké 2 cm a váží 43 g.

O něco větší průměr (6,5 cm) mají reproduktory ARZ081 a ARZ091, z nichž první má impedanci 8 a druhý 25 Ω , kmitočtový rozsah mají 250 až 5000 Hz, jsou vysoké 21,5 mm a váží 45 g. Maximální příkon je 0,25 VA.

Pro nf zesilovače bez transformátorů a větší přijímače je nejvhodnější typ ARZ341, který má průměr 11,7 cm, výšku 4,5 cm a váží 38 dkg. Jeho impedance je 25 Ω , přenášený kmitočtový rozsah 150 až 8000 Hz, maximální příkon 1,5 VA. Stejně rozměry i vlastnosti má reproduktor typu ARZ381, jeho impedance je však 4 Ω .

Ve větších přijímačích s transformátory nejlépe vyhoví typ ARO389, který má velmi dobrou kmitočtovou charakteristiku, přenáší kmitočty v rozsahu 150 až 16 000 Hz, má impedanci 4 Ω , průměr 10 cm, výšku 5,2 cm, váhu 18 dkg a maximální příkon 1,5 VA.

Pro přijímače VKV je nejvhodnější reproduktor typu ARE589 s impedancí $4\ \Omega$, který přenáší kmitočtové pásmo 80 až 15 000 Hz, má rozměry 205×130 mm (ovál), výšku 66 mm, váhu 23 dkg a maximální výkon 3 VA.

Cívky v tranzistorovém přijímači

Nebudeme se zabývat podrobným návodem na zhotovování cívek, jen bychom chtěli začínajícím radioamatérům poradit, jak si s hotovými nebo zhotovenými cívkami počínat, a vysvětlit některé základní pojmy. Podrobné návrhy nf transformátorů, mf transformátorů a cívek oscilátorů jsou dost složité a jejich výpočet a konstrukce jsou uvedeny např. v [1], [2]. My se v této kapitole seznámíme s několika základními vztahy, které usnadní výpočet nebo určení indukčnosti neznámé cívky, určení paralelní kapacity k cívkce určité indukčnosti pro potřebný rezonanční kmitočet atd.

Indukčnost cívky je vlastnost charakterizovaná tím, že se v cívkce změnou proudu indukuje napětí. Toto napětí je tím větší, čím větší je proud a čím je změna rychlejší. Další důležitou vlastností cívek je, že kladou střídavému proudu podstatně větší odpor než stejnosměrnému. Tomuto „střídavému“ odporu se říká reaktance a je tím větší, čím vyšší je kmitočet procházejícího proudu a indukčnost cívky. Indukčnost cívky je přímo úměrná druhé mocnině počtu závitů a nepřímo úměrná tzv. magnetickému odporu, který závisí především na tzv. permeabilitě prostředí. Stručně lze tedy vyjádřit tyto vlastnosti vztahy:

$$\text{indukčnost } L = \frac{\text{počet závitů } N^2}{\text{magnetický odpor}}$$

$$[H; Az/Wb]$$

$$\text{a reaktance } X_L = \omega L = 2\pi fL \text{ } [\Omega; \text{Hz}, H]$$

kde ω je kruhový kmitočet ($\omega = 2\pi f$), f je kmitočet, L je indukčnost, $2\pi = 6,28$.

Indukčnost cívky lze do určité míry měnit změnou permeability prostředí, například vložením jádra do dutiny cívky. Nepříjemnou vlastností všech jader však

je, že v nich vznikají ztráty, které spolu se ztrátami v materiálu vodiče, z něhož je cívka zhotovena (činný odpor), ovlivňují tzv. činitel jakosti cívek Q . Zjednodušeně lze říci, že činitel jakosti Q je poměr reaktance cívky ke ztrátám v jádře a v materiálu vodiče. Další nepříjemnou vlastností cívek je jejich vlastní kapacita. Tvoří ji součet dílčích kapacit, které představují jednotlivé závitů vůči sobě. Vlastní kapacita omezuje použití obyčejných cívek s větší indukčností na vyšších kmitočtech a omezuje také ladicí rozsah při určité kapacitě ladicího kondenzátoru. Vlastní kapacita cívek se zmenšuje tzv. křížovým vinutím nebo vinutím do sekcí (komárek). Ztráty ve vinutí se zmenšují používáním vf lanka (u cívek do 1 až 2 MHz) a jakostních jader.

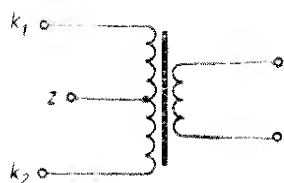
U cívek pro vf nebo mf obvody se dají s výhodou použít feritová jádra, která vzhledem k velké permeabilitě umožňují navinout cívku určité indukčnosti s menším počtem závitů (s menší vlastní kapacitou) než při použití jiných jader, např. fero-kartových. Také rozsah změny indukčnosti při změně polohy feritového jádra je často podstatně větší než při použití jiných jader.

Z toho, co jsme si zatím řekli, vyplývá i výhoda samonosných (vzduchových) cívek, které mají velké Q . Takové cívky se doladují roztažením nebo stlačením závitů. Používají se především ve vstupních obvodech přijímačů VKV a v televizních ladicích dílech.

Ztrátový odpor cívek se zmenšuje (u cívek s malou indukčností pro VKV) také používáním holých, popř. postrýbřených měděných drátů (mohou-li být závitů s mezerami) nebo tlustých izolovaných drátů. U postrýbřených drátů jsou totiž na vyšších kmitočtech ztráty vlivem tzv. skin efektu (povrchového jevu) velmi malé.

U tranzistorových přijímačů se většinou obejdeme bez křížového vinutí, které se používá jen u některých cívk oscilátorů a dlouhovlnných cívek na feritových anténách.

Ještě jeden druh vinutí je méně běžný – tzv. bifilární vinutí. Tento způsob navíjení cívek se používá většinou u budicích a výstupních transformátorů tran-



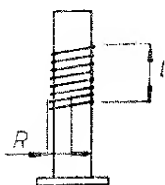
Obr. 10. Bifilární vinutí transformátoru

zistorových nf zesilovačů, u nichž záleží na tom, aby střed vinutí byl vzhledem k oběma koncům přesně souměrný a kapacita vinutí byla co nejmenší. Proto se cívka vine dvěma dráty současně. Příklad takového vinutí je na obr. 10. Jde o výstupní transformátor pro dvojčinný koncový stupeň. Střed vinutí, označený na obr. 10 z, je začátek vinutí dvěma dráty, konce k_1 a k_2 jsou konce vinutí; přivedeme-li na střed z nějaké napětí, musíme naměřit stejně velká napětí na obou koncích.

Ještě několik zásad pro vinutí cívek. Obvykle se vine nejprve primární vinutí a na ně teprve sekundární. To platí jak o nf cívkách, tak i o cívkách mf a vf. U vf cívek pro vyšší kmitočty se sekundární vinutí vine někdy i vedle primárního. Je také zvykem izolovat obě vinutí (pokud jsou na sobě) izolačním plátnem nebo papírem, u transformátorů na větší napětí i jednotlivé vrstvy vinutí. Závitů všech cívek musíme dobře utahovat, aby mezizávitové kapacity byly neměnné.

Podrobný návrh nízkofrekvenčních transformátorů pro přijímače (výstupního i budicího) je složitý a vyžaduje i určité zkušenosti, protože je většinou třeba upravovat vypočítané počty závitů experimentálně.

Jednodušší je návrh vf cívek. Cívky pro rezonanční obvody lze doladovat na rezonanční kmitočet nejen změnou polohy jádra, ale i změnou kapacity, připojené



Obr. 11. Veličiny pro výpočet indukčnosti jednovrstvových cívek

(Podle nové normy se poloměr označuje R)

paralelně k laděnému vinutí. Ukážeme si stručný postup určení počtu závitů, popřípadě určení paralelního kondenzátoru cívky známé indukčnosti pro zvolený rezonanční kmitočet. Základním vztahem pro výpočet rezonančního obvodu je tzv. Thomsonův vzorec

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad [\text{Hz}; \text{H}, \text{F}],$$

z něhož se dají odvodit všechny veličiny rezonančního obvodu. V praxi se tento vzorec používá ve zjednodušené úpravě

$$f^2 = \frac{25\,330}{LC} \quad [\text{MHz}; \text{pF}, \mu\text{H}].$$

Chceme-li např. určit indukčnost cívky pro zvolený rezonanční kmitočet a zvolený paralelní kondenzátor, dostaneme úpravou předcházejícího vztahu

$$L = \frac{25\,330}{f^2 C} \quad [\mu\text{H}; \text{MHz}, \text{pF}].$$

Při výpočtu předpokládáme paralelní kapacitu vždy o něco větší, než jakou má ve skutečnosti kondenzátor; zahrnujeme do ní i parazitní kapacity obvodů (kapacita spojů, kapacita cívky atd.).

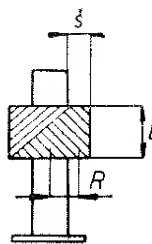
Z vypočtené indukčnosti lze potom přibližně určit i počet závitů cívky. Pro výpočet počtu závitů existuje několik vztahů. Uvedeme si jen nejčastěji používané.

Počet závitů jednovrstvové cívky kruhového průřezu (např. cívky pro VKV), je-li poloměr vinutí R menší než předpokládaná délka cívky l (obr. 11) určíme ze vztahu

$$N = \sqrt{\frac{(25\,l + 23\,R) L}{R^2}} \quad [-; \text{cm}, \mu\text{H}].$$

Dalším velmi častým případem, s nímž se v praxi setkáváme, je potřeba určit počet závitů cívky podle obr. 12. Jednotlivé veličiny pro výpočet (šířka vinutí δ , poloměr vinutí R , délka cívky l) jsou obvykle dány jádrem, na které chceme cívku navinout. Při výpočtu postupujeme tak, že předpokládané rozměry cívky dosadíme do vzorce

$$8 \cdot \frac{1}{\delta} R_K$$

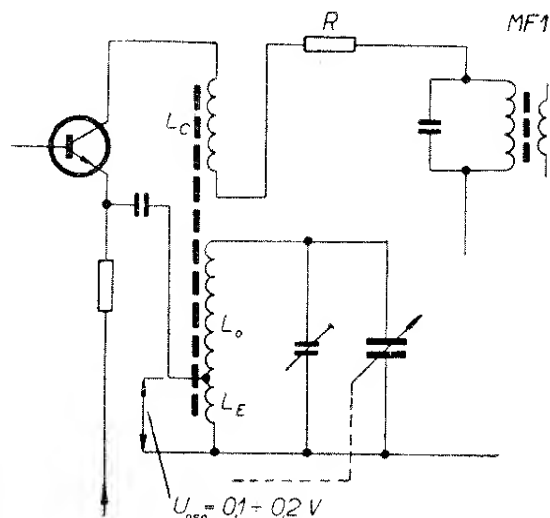


Obr. 12. Veličiny pro výpočet cívek s více vrstvami

$$N = \sqrt{\frac{(19R + 28l + 31s)L}{R^2}} \quad [-; \mu\text{H}, \text{cm}].$$

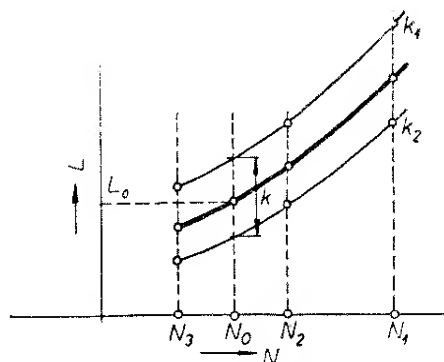
Takto zjištěné počty závitů platí ve všech případech pro vzduchové cívky. Vložením jádra do dutiny cívky se indukčnost změní (vložením jádra s různou permeabilitou se zvětší – feritové jádro, práškové železové jádro, nebo zmenší – jádro hliníkové, měděné, mosazné). Toho se využívá i při kontrole naladění obvodu – vložením jakéhokoli jádra do cívky se musí zkušební signál o rezonančním kmitočtu vždy zeslabit, byl-li předtím obvod správně naladěn.

Největší obtíže při navíjení cívek dělá většinou určení počtu závitů oscilátoru. V [1] je velmi pěkný a praktický návod, jak postupovat při návrhu oscilátoru. Na cívce oscilátoru závisí i oscilátorové napětí, na jehož velikosti je zase závislá



Obr. 13. Základní zapojení cívky kmitajícího směšovače

správná činnost směšovače. Typické zapojení cívky oscilátoru v obvodu kmitajícího směšovače je na obr. 13. Důležité je, aby napětí oscilátoru měřené podle obr. 13 (U_{osc}) bylo v celém rozsahu kmitočtového pásma stálé, ve většině případů asi 0,1 až 0,2 V při jmenovitém napájecím napětí. Při správném poměru závitů jednotlivých vinutí musí mít oscilátorové napětí přesně sinusový průběh a oscilátor nesmí vysadit dříve, než napájecí napětí přijímače poklesne na polovinu. V praxi se volí poměr závitů jednotlivých vinutí např. $N_E : N_O : N_C = 1$ až $3 : 70 : 8$ až 15 . Při zkoušení oscilátorové cívky postupujeme v praxi tak, že po výpočtu indukčnosti cívky L_O (vzhledem k dosažení souběhu) navineme na zvolené jádro nejprve emitorové vinutí (jeden až tři závity), na



Obr. 14. Graf pro určení počtu závitů cívky kmitajícího směšovače

ně hlavní vinutí L_O a teprve po přesném určení závitů cívky L_O vineme na cívku L_O cívku L_C . Vazbu upravíme počtem závitů kolektorového vinutí L_C (malá vazba má za následek malé emitorové napětí U_{osc}). Je-li vazba malá, zvětšíme počet závitů L_C a naopak.

Správný počet závitů cívky L_O lze určit např. tak, že na zvolené cívkové tělísko navineme více závitů, než je žádaný počet N_2 (který vyšel výpočtem). Pak změříme indukčnost v krajních polohách dolaďovacího jádra. Odvinutím několika závitů (N_3) a opětným změřením indukčnosti cívky při jádře v krajních polohách (což několikrát opakujeme) dostaneme např. křivky k_1 a k_2 (obr. 14). Mezi oběma křivkami pro indukčnosti naměřené v krajních polohách jádra si vyznačíme křivku pro střední indukčnost

(tlustá čára). Z bodu odpovídajícího požadované indukčnosti L_0 vedeme vodorovnou přímkou, až protne křivku střední indukčnosti. Z tohoto bodu spuštěná kolmice nám na vodorovné ose vyznačí přesný počet závitů N_0 .

Počet závitů cívky L_0 můžeme určit i tak, že navineme určitý počet závitů N_1 , změříme indukčnost L_1 této cívky s jádrem ve střední poloze a celkový počet závitů N_0 cívky L_0 určíme ze vztahu

$$N_0 \doteq N_1 \sqrt{\frac{L_0}{L_1}}.$$

Oba způsoby ovšem předpokládají, že známe indukčnost cívky oscilátoru, nebo že ji umíme vypočítat. Je zřejmé, že bude záviset na kapacitě ladicího kondenzátoru. Nás především zajímá, v jakém rozpětí kmitočtů bude možné měnit při určité indukčnosti cívky rezonanční kmitočet obvodu oscilátoru. Nejvyšší rezonanční kmitočet je dán vztahem

$$f_{\max} = \frac{1}{6,28 \sqrt{LC_{\max}}} \quad [\text{Hz}; \text{F}, \text{H}],$$

kde C_{\max} je maximální kapacita ladicího kondenzátoru a L indukčnost cívky oscilátoru. Stejný vztah platí i pro nejnižší rezonanční kmitočet f_{\min} . Potom lze napsat, že

$$\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \sqrt{\frac{C_{\max}}{C_{\min}}} = p,$$

nebo (jak se uvádí častěji), že poměr maximálního a minimálního kmitočtu je tzv. poměr kapacit p . Je-li potom největší kapacita ladicího kondenzátoru např. 250 pF a nejmenší 30 pF, je poměr kapacit

$$\sqrt{\frac{250}{30}} = 3.$$

Pomocí veličiny p můžeme např. jednoduše zjistit, že obvod, který má při C_{\min} rezonanční kmitočet 300 kHz, bude mít při C_{\max} rezonanční kmitočet $300/3 = 100$ kHz. V praxi je ovšem třeba počítat s tím, že zvláště při malých kapacitách ladicího kondenzátoru (při jeho otevření) se

bude kmitočtový rozsah vlivem parazitních kapacit poněkud zmenšovat.

V souběžných přijímačích se používá tzv. aditivní směšování, při němž se mf kmitočet získává odečtením kmitočtu přijímaného signálu od kmitočtu oscilátoru. Chceme-li tedy určit, v jakém kmitočtovém rozsahu má oscilátor kmitat, musíme znát rozsah přijímaného pásma a mf kmitočet. Pro střední vlny v rozsahu 525 až 1600 kHz musí např. oscilátor kmitat v pásmu kmitočtů 985 až 2060 kHz, tj. kmitočet oscilátoru musí být vždy o mf kmitočet vyšší, než je kmitočet přijímané stanice.

Nyní by se již dala celkem jednoduše určit indukčnost cívky oscilátoru, je však třeba si ještě uvědomit, že kondenzátor oscilátoru musí mít při ladění menší přírůstek kapacity než kondenzátor vstupního obvodu a že maximální kapacita kondenzátoru oscilátoru musí být vždy menší než kapacita kondenzátoru, jímž se ladí vstupní obvod. Je to proto, aby se dosáhlo tzv. souběhu. Tyto požadavky lze splnit dvěma způsoby: buďto použitím ladicího kondenzátoru s rozdílnými kapacitami obou sekcí, nebo tím, že do série s ladicím kondenzátorem oscilátoru zapojíme tzv. souběhový (paddingový) kondenzátor. K přesnějšímu nastavení kapacit obou sekcí ladicího kondenzátoru se ještě připojuje paralelně ke každé z nich doladovací trimr. Těmito úpravami lze dosáhnout souběhu ve třech bodech, což pro dobrou činnost přijímače stačí.

Indukčnost oscilátorové cívky L_0 zjistíme ze vztahu

$$L_0 = L_{\text{vst}} \frac{C_p + C_1}{C_p} K \quad [\mu\text{H}; \mu\text{H}, \text{pF}]$$

kde L_{vst} je indukčnost vstupní cívky, C_p kapacita souběhového kondenzátoru a C_1 kapacita doladovacího trimru, K je konstanta vyjádřená vztahem

$$K = \frac{a}{b}, \text{ kde}$$

$$a = \frac{[(f_1 f_2 + f_1 f_3)(f_1 + f_2 + f_3 + 2 f_{\text{mf}})] - f_1 f_2 f_3}{2 f_{\text{mf}}} \quad a$$

$$b = a + f_{mf}^2 + [(f_1 + f_2 + f_3)(f_1 + f_2 + f_3 + 2f_{mf})] - (f_1f_2 + f_1f_3 + f_2f_3).$$

V rovnicích jsou kmitočty f_1 a f_3 krajní (mezni) a f_2 střední kmitočet souběhu v MHz. Střední kmitočet souběhu

$$f_2 = \frac{f_{\min} + f_{\max}}{2},$$

$$\begin{aligned} \text{kmitočet } f_1 &= 0,433 (f_{\max} - f_{\min}) + f_2, \\ \text{kmitočet } f_3 &= 0,433 (f_{\max} - f_{\min}) - f_2. \end{aligned}$$

Indukčnost cívky je potom

$$L_1 = \frac{25\,330}{f_{\min}^2 C_{\max}},$$

kde f_{\min} je nejnižší přijímaný kmitočet a C_{\max} největší kapacita ladičního kondenzátoru.

Tento výpočet platí pro souměrný ladiční kondenzátor se dvěma sekcemi o stejné kapacitě. Závěrem zbývá ještě určit kapacitu souběhového kondenzátoru C_p .

$$C_p = C_{\min} f_{\max}^2 \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{a} \right),$$

kde všechny symboly jsou shodné jako v předcházejícím výkladu a

$$c = \frac{[(f_1f_2f_3)(f_1 + f_2 + f_3 + 2f_{mf})] - a + f_{mf}^2 + [(f_1 + f_2 + f_3)(f_1 + f_2 + f_3 + 2f_{mf})] - (f_1f_2 + f_1f_3 + f_2f_3)}{+ a f_{mf}^2}.$$

O cívkách pro feritové antény se zmíníme v další kapitole. Často je vhodné vinutí cívek nějakým prostředkem zajistit. Nejdostupnějším materiálem je pečtní vosk (chceme-li vinutí zajistit nastálo) nebo obyčejný parafín, popř. včelí vosk (počítáme-li s tím, že budeme počet závitů dále upravovat). Samonosné cívky zajistíme tak, že dovnitř cívky zasuneme proužek pěnové pryže a celou cívku potřeme vř. voskem.

Velmi zřídka dostaneme koupit kostičky na cívky s krytem, který je u mf transformátorů bezpodmínečně nutný (cívky oscilátoru není většinou třeba stínit krytem, protože na kmitočtu oscilátoru nepracuje žádný jiný obvod v přijímači a nemůže tedy dojít k nežádoucímu ovlivňování obvodů, popř. ke zpětným vazbám).

Kryty si však můžeme snadno zhotovit sami, např. z měděného nebo i jiného plechu, který lze dobře pájet (můžeme použít i pocínovaný plech z konzerv, popř. i železný plech). Kryty vždycky dobře uzemňujeme připojením na „zem“ přijímače, tj. na ten pól baterie, který je společný.

Feritová anténa

Jednou z nejdůležitějších součástí rozhlasových tranzistorových přijímačů je feritová anténa. Na její jakosti závisí do značné míry citlivost přijímače a šířka přenášeného pásma. Dobré vlastnosti přijímače lze nevhodně navrženou nebo špatně umístěnou feritovou anténou zcela znehodnotit.

Napětí, které indukuje elektromagnetické pole vysílače v cívce na feritové anténě, závisí přímo na účinné ploše S antény, počtu závitů N a na tzv. tyčové permeabilitě $\mu_{tyč}$ feritové tyčky, nepřímo na vlnové délce λ

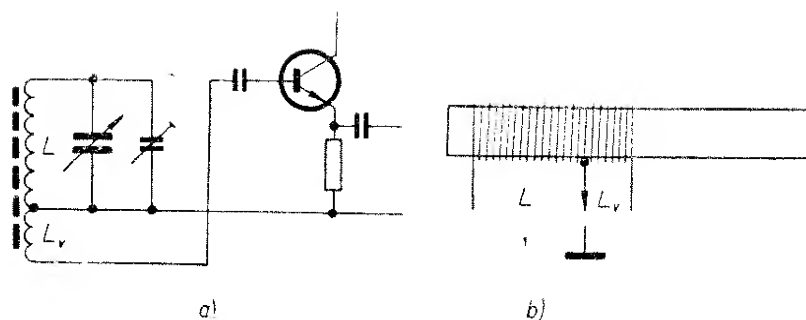
$$U_{\text{ind}} \approx \frac{2\pi SN \mu_{tyč}}{\lambda}.$$

Tyčová permeabilita $\mu_{tyč}$ závisí přímo na poměru délky feritové tyče a jejího průměru a na počáteční permeabilitě. Z toho by se dalo usoudit, že feritová anténa by měla mít co největší rozměry, velkou počáteční permeabilitu, co největší počet závitů a samozřejmě co největší jakost Q .

Ze všech těchto požadavků je třeba volit určitý kompromis, protože má-li např. feritový materiál velkou počáteční permeabilitu, má malou jakost Q apod. Délka a průměr feritové antény musí také být v mezích daných rozměry přijímače.

V současné době lze koupit feritové tyče na antény z materiálu LHB (používaly se v čs. přijímačích T58 a Mír a jsou nejméně jakostní), kulatou feritovou tyčku o \varnothing 8 mm z materiálu N2N o délce 160 mm a plochý feritový trámec o rozměrech 16 \times 6 \times 81 mm. Nejlepší z nich je kulatá feritová tyčka, která bývá označována bílou, modrou nebo zelenou tečkou; napětí, které se nakmitá na cívce tyčky s bílou tečkou je jen poloviční než u tyček s modrou nebo zelenou tečkou.

Obr. 15. Základní zapojení feritové antény a vinutí vstupní cívky



Často se také v návodech na stavbu přijímačů setkáváme s feritovými tyčkami, které jsou zkráceny na menší délku. Je to však velmi nevhodné, neboť tímto základem se zmenší poměr délky tyčky k jejímu průměru a současně i citlivost antény. Citlivost feritové antény lze naopak zvětšit např. u ploché tyčky přilepením odstěpku jiné ploché tyčky (tj. zvětšením její délky). Citlivost lze zvětšit i spojením dvou antén tak, aby ladicí vinutí byla spojena paralelně (počet závitů obou ladicích vinutí se musí zvětšit asi jedena-půlkrát). Vazební vinutí může být jen jedno, nebo lze spojit i vazební vinutí, ale do série. Obě tyčky však musí být v každém případě navzájem vzdáleny alespoň o 5 cm.

Cívky feritových antén pro střední a dlouhé vlny se vinou obvykle vysoko-frekvenčním lankem a mají pro střední vlny (při běžné kapacitě ladicího kondenzátoru) indukčnost asi $180 \mu\text{H}$. Prakticky stejných výsledků však dosáhneme při navíjení měděným izolovaným vodičem, nejlépe s lakovou izolací a opředeným hedvábím. Přitom odpovídá v lanku $6 \times 0,05 \text{ mm}$ drát o $\varnothing 0,12 \text{ mm}$, lanku $10 \times 0,05 \text{ mm}$ drát o $\varnothing 0,15 \text{ mm}$, lanku $20 \times 0,05 \text{ mm}$ drát o $\varnothing 0,22 \text{ mm}$. Krátkovlnná vinutí se zhotovují jen z drátu o \varnothing kolem $0,7 \text{ mm}$; jejich indukčnost bývá kolem $1,5 \mu\text{H}$.

Cívky se navíjejí tak, aby co nejtěsněji obepínaly feritovou tyčku, aby se však s nimi dalo po tyčce snadno pohybovat. Středovlnné cívky jsou jednovrstvové, závit vedle závitů těsně vedle sebe. Ladicí vinutí L mívá kolem 70 závitů (i více), vazební vinutí L_v pro připojení na bázi tranzistoru 5 až 8 závitů, je-li feritová anténa uspořádána podle obr. 15 (vazební cívka je ve středu feri-

tové tyčky). Cívka feritové antény má největší indukčnost a nejmenší jakost, je-li umístěna ve středu feritové tyčky. Na kraji má nejmenší indukčnost a největší jakost. Je proto vždy výhodnější, je-li cívka u kraje feritové tyčky. Chceme-li umístit na jednu tyčku dvě anténní vinutí, středovlnné a dlouhovlnné, bude každé z nich na jednom konci. Stejně umístit v případě potřeby i vazební vinutí pro připojení venkovní antény (obr. 16). Bude-li na feritové anténě vinutí pro střední a dlouhé vlny, je vždy třeba odpojit vlnovým přepínačem to, které právě nepracuje, jinak by se vstupní obvod přijímaného vlnového pásma rozlaďoval.

Na začátku této kapitoly jsme si řekli, že na jakosti feritové antény závisí i šířka přijímaného pásma. Příliš velká jakost způsobuje, že vstupní obvod je velmi selektivní a propouští jen úzké kmitočtové pásmo. V praxi se však obvykle musíme snažit spíše o to, aby jakost feritové antény nebyla příliš malá, neboť na její velikost nepříznivě působí umístění antény blízko kovových součástí v přijímači (ladícího kondenzátoru, reproduktoru, fólie plošných spojů, ozdobné přední mřížky apod.). Je-li anténa vzdálena od těchto součástí méně než 2 cm, snižuje se její jakost až o polovinu. Má-li např. feritová anténa jakost $Q = 200$ (pro 1 MHz), což je běžná hodnota, snižuje ji měděná fólie ve vzdálenosti 1 cm asi na 150, reproduktor ve vzdálenosti 2 cm na 120 atd. Z toho vyplývá nutnost dodržet vzdálenost feritové antény od kovových součástí nejméně 2,5, raději však přes 3 cm.

Feritovou anténu lze použít i pro příjem VKV. Vyžaduje to však změnu konstrukce dosavadních ladicích dílů VKV,

zvláštní feritový materiál na anténu a použití několika feritových antén k zachování dobré účinnosti vstupního obvodu. Proto se zatím vstupy ladicích dílů VKV feritovými anténami nevybavují.

Pro větší, nepřenositelné přijímače je vždy lepší než jakákoli feritová anténa obvyklá anténa a uzemnění, neboť i nejlepší feritová anténa je mnohem méně citlivá než průměrná venkovní anténa ve spojení s dobrým uzemněním.

Odpory, potenciometry a kondenzátory

V tranzistorových přijímačích se běžně používají odpory na malé zatížení (0,1 W, 0,05 W), které stačí téměř ve všech případech (kromě stolních přijímačů s velkým nf výkonem). Stejně dobře však vyhoví i odpory pro zatížení 0,25 W nebo větší. U miniaturních odporů dáváme při pájení zkrácených přívodů pozor, aby teplo páječky odpor nezničilo.

Potenciometry a odporové trimry používáme také různých velikostí; záleží vždy jen na tom, jaký prostor máme k dispozici. Dá se říci, že dnes již není mezi miniaturními a běžnými potenciometry a trimry rozdíl ve spolehlivosti. S výhodou lze i v amatérských konstrukcích používat nové typy potenciometrů se spínačem, které jsou v některých novějších čs. přijímačích (Dana, Zuzana, Iris) a které jsou dnes již běžně k dostání (jsou však značně drahé).

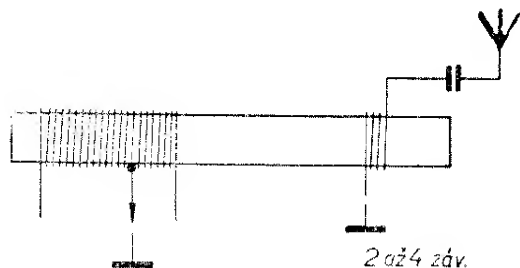
Podstatně rozmanitější je výběr kondenzátorů. I když vyloučíme rozměrné slídové, zastříknuté, papírové a podobné typy, máme ještě celkem bohatý výběr keramických kondenzátorů různých tvarů

a z různých materiálů. Keramické kondenzátory mají všeobecně velkou elektrickou pevnost, velký izolační odpor, malý ztrátový činitel a lze je používat asi od -60 do $+150$ °C, aniž by se jejich vlastnosti podstatně měnily. Zásadně platí, že keramické kondenzátory jakéhokoli tvaru červené barvy budeme používat jen k blokování obvodů nebo tam, kde příliš nezáleží na přesnosti kapacity kondenzátoru. V laděných obvodech budeme používat kondenzátory šedé nebo zelené, jejichž kapacita se mění v závislosti na okolních podmínkách velmi málo. V obvodech přijímačů VKV budeme používat výhradně keramické kondenzátory, neboť tady by mohla hrát nepříjemnou úlohu vlastní indukčnost svitkových kondenzátorů, MP i jiných, jejichž fólie je svinuta do tvaru cívky.

Elektrolytické kondenzátory, které slouží k filtraci napájecího napětí, musí být vždy dimenzovány tak, aby napájecí napětí nepřesáhlo dovolené provozní napětí, které je na nich vyznačeno. Vazební elektrolytické kondenzátory mohou být na menší napětí než je napětí napájecí; záleží vždy jen na rozdílu napětí v místech, k nimž je připojujeme.

Ladicí a doladovací kondenzátory používáme, pokud je to z rozměrových důvodů možné, raději vzduchové než s dielektrikem z plastických hmot. Vzduchový kondenzátor má menší ztráty, je mechanicky pevnější a také třecí kontakty mezi plechy statoru (popř. rotoru) i vývody jsou lepší, s menším přechodovým odporem. U kondenzátoru s dielektrikem z plastické hmoty často dochází k úplnému nebo částečnému prodření fólie, izolující od sebe jednotlivé plechy, takže kondenzátor pak při proladování vnáší do reprodukce nepříjemný praskot. Tato závada se dá odstranit jen výměnou vadné fólie za novou (získáme ji např. vystřížením z igelitového sáčku). Oprava je však velmi pracná a výsledek nejistý.

Pro všechny drobné součástky platí totéž, co bylo řečeno o pájení miniaturních odporů – pájíme-li zkrácené přívody příliš dlouhou dobu, může se každá součástka buďto zničit, nebo se její vlastnosti mohou podstatně změnit. Kondenzátory např. začnou propouštět stejnosměrný



Obr. 16. Umístění cívky na feritové anténě a její vývody

proud, čímž může být činnost kteréhokoli obvodu narušena nebo úplně znemožněna. To platí i o ladicích kondenzátorech s dielektrikem z plastických hmot, které jsou velmi citlivé na teplo.

Všem, kdo začínají, dáváme proto dobrou radu; nesnažte se hned o stavbu miniaturních přístrojů z miniaturních součástek! Zkuste si nejdříve postavit několik přístrojů z běžných součástí a teprve až budete mít zkušenosti s pájením, rozmístěním součástek a získáte cit pro zacházení s nimi, pusťte se do stavby malých přístrojů, v nichž jsou malé součástky stěsnány na malém prostoru. Není to rada zbytečná – až se budete marně pokoušet odpájet např. mf transformátor malých rozměrů z destičky s plošnými spoji, dáte nám jistě za pravdu.

Drobné součástky lze na šasi nebo destičku s plošnými spoji upevňovat buďto kolmo, nebo ve vodorovné poloze. Často se také používá kombinace obou způsobů; nevyhneme se tomu především tehdy, neseženeme-li předepsané součástky malých rozměrů do plošných spojů. V takovém případě bývá vždy jeden vývod součástky zkrácen až na několik milimetrů a pak platí v plné míře všechno, co jsme si řekli o pájení součástek se zkrácenými vývody. Kromě toho je velmi vhodné ocitovat si předem oba vývody, aby doba pájení součástky do plošných spojů byla co nejkratší.

V této souvislosti je ještě třeba zmínit se o materiálech na plošné spoje. Jsou v podstatě dva – cuprextit a cuprexcart. Cuprextit je jakostnější, při vrtání děr se nevylamuje a také fólie je pevněji spojena s nosnou destičkou a vydrží podstatně větší počet pájení, aniž by se odlupovala. Cuprexcart je křehčí, snadno se při opracování štípe a vylamuje. Na konstrukce, u nichž předpokládáme několikanásobnou výměnu součástek, nebo pro zkušební konstrukce se nehodí.

Pro začátečníky však nelze doporučit ani jeden z těchto materiálů. Pro ně je nejvhodnější jednoduchá destička s pájecími očky. Pertinaxovou destičku libovolných rozměrů rozdělíme na políčka o rozměrech 1×1 cm, v rozích políček vyvrtáme otvory a do nich zanátyjeme pájecí očka, která se prodávají v odbor-

ných prodejnách. Takové uspořádání šasi má výhodu v tom, že pájecí očka, která slouží jako opěrné body pro součástky, vydrží bez porušení téměř neomezený počet pájení. Při vhodném rozmístování součástek na takové šasi lze dosáhnout toho, aby se spoje nekřížily a získat tím jednak podklad ke zhotovení destičky s plošnými spoji pro odzkoušenou konstrukci, jednak cit a zkušenost pro přímé navrhování plošných spojů podle schématu.

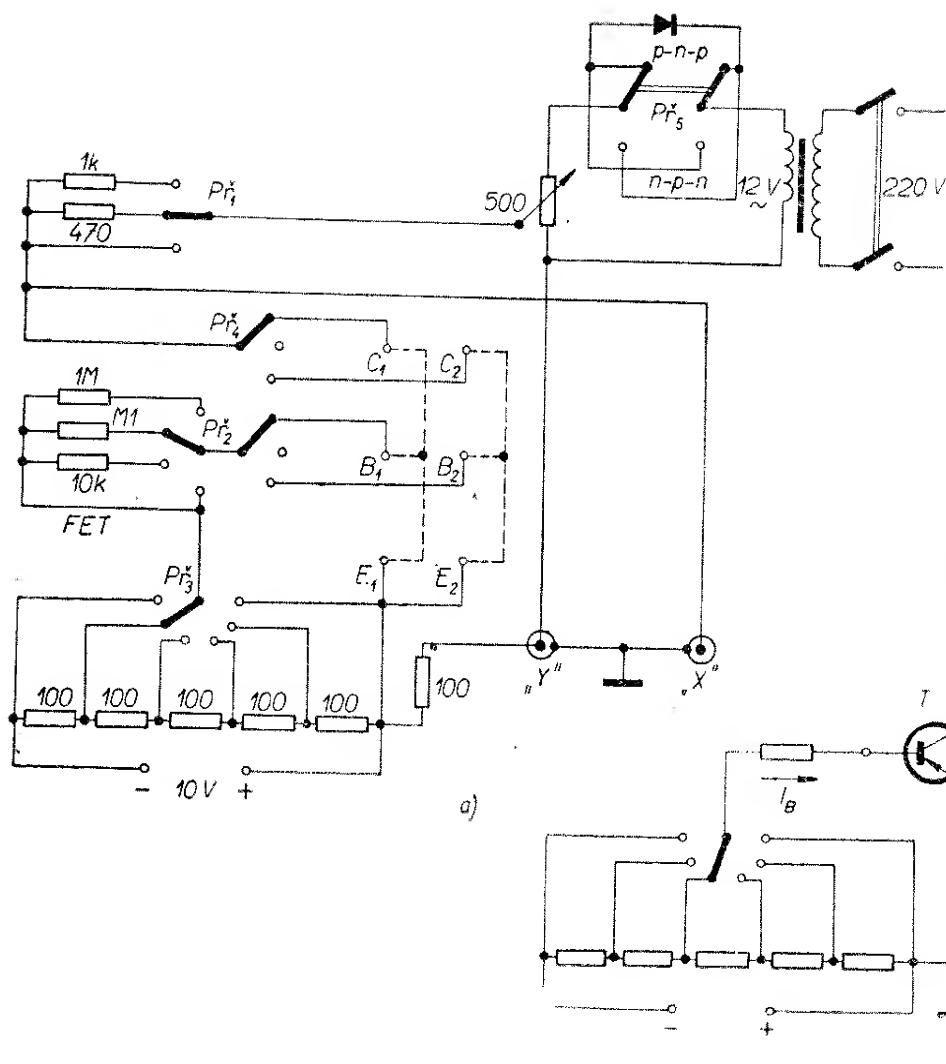
Destička na šasi může být i z jiného izolačního materiálu, např. skelného laminátu, tvrzeného papíru nebo i lepenky.

Tranzistory a diody

Na našem trhu jsou v současné době tři základní druhy tranzistorů, které připadají v úvahu pro použití v přijímačích: slitinové (101– až 107NU70, 101– až 104NU71, 152– až 156NU70, výkonové tranzistory řady NU, řady 0C), difúzní (0C169, 0C170) a tranzistory mesa (řada GF). Slitinové a difúzní tranzistory lze použít ve vstupních dílech přijímačů pro AM, pro krátké vlny se však slitinové tranzistory nehodí vzhledem k nízkému meznímu kmitočtu. Vybrané kusy tranzistorů 0C170 lze použít pro příjem VKV v našem pásmu 66 až 73 MHz, ke konstrukci citlivých přijímačů VKV použijeme však raději tranzistory mesa, např. GF505.

Jako mezifrekvenční tranzistory jsou z typů n-p-n nejvhodnější 155NU70, se stejným výsledkem lze však použít i ostatní tranzistory řady 152– až 156NU70 pro oblast mf kmitočtů do 470 kHz. Pro osazení mf zesilovačů přijímačů VKV jsou nejvhodnější typy p-n-p 0C170 a 0C169 a samozřejmě i typ GF505, popř. GF506.

V nízkofrekvenčních zesilovačích lze použít v podstatě jakékoli nf tranzistory. Ani náhrada jednotlivých typů jinými není obvykle složitá a často ji lze udělat bez dalších změn v zapojení. V předzesilovačích lze vzájemně zaměňovat bez větších úprav (jde většinou o nastavení pracovního bodu) všechny nf tranzistory s malou kolektorovou ztrátou. Je jen třeba respektovat při náhradách dovolenou kolektorovou ztrátu tranzistorů (přehledně jsou tranzistory podle kolek-

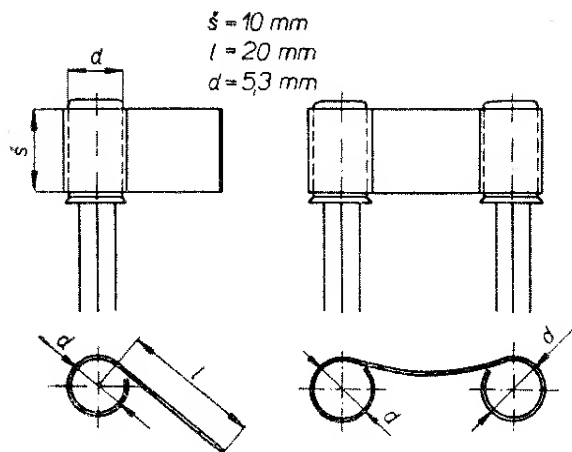


Obr. 17. Zapojení přípravku pro měření a párování tranzistorů a diod – a) schéma, b) zjednodušené schéma, z něhož je zřejmá činnost obvodů

(Prvá část přepínače $Př_2$ je druhý díl $Př_4$)

torové ztráty uvedeny v tab. 1 – všechny tabulky jsou na str. 61 až 63). Totéž platí i o koncových stupních, u nichž však bývá problém náhrady spojen s nutností vybrat párované tranzistory pro dvojčinné koncové stupně s transformátory nebo pro koncové stupně s doplňkovými tranzistory. K výběru doplňkových tranzistorů podle dovolené kolektorové ztráty a proudového zesilovacího činitele nakrátko h_{21e} (β), slouží tab. 1 a tab. 2. V tabulkách vyhledáme nejdříve typy p-n-p a n-p-n se stejnou kolektorovou ztrátou a stejným rozmezím proudového zesilovacího činitele a teprve potom děláme užší výběr – párujeme vybrané tranzistory podle proudového zesilovacího činitele nakrátko a zbytkového proudu. Tyto dvě základní veličiny se nemají v pracovním bodě tranzistorů rozcházet o více než 15 %. Metody párování tranzistorů byly již několikrát popsány na stránkách AR

i RK, stejně jako různé jednoduché i složitější měřiče parametrů tranzistorů. Přesto si však uvedeme velmi elegantní a rychlý způsob měření tranzistorů (i pro párování), který se hodí pro všechny tranzistory. K měření potřebujeme osciloskop, jehož zesilovače jsou stejnosměrně vázané, a měřicí přípravek, jehož schéma je na obr. 17a. Výhodou je i to, že můžeme pouhým přepnutím okamžitě porovnat křivky dvou tranzistorů a určit tak stupeň shodnosti jejich parametrů v různých pracovních bodech, které můžeme podle potřeby nastavit přepínači. Přepínač $Př_1$ slouží k nastavení pracovního odporu kolektoru, $Př_2$ k nastavení proudu báze, $Př_3$ k přepínání polaroty napájení pro tranzistory p-n-p a n-p-n, $Př_4$ k párování tranzistorů. Přípravek může sloužit i k měření diod, které se připojují do zdírek E a C. Schematicky je činnost přípravku zřejmá z obr. 17b.



Obr. 18. Chladicí křídélko pro tranzistory

Při posuzování jakosti tranzistoru nás kromě zbytkového proudu a proudového zesilovacího činitele nakrátko zajímá většinou i maximální napětí, které můžeme přivést na jeho elektrody, a konečně i dovolený výkon, tzv. kolektorová ztráta. Zbytkový proud I_{CB0} se měří při nulovém proudu báze a velmi závisí na teplotě okolí a na napětí, při němž se měří. Obecně lze říci, že čím menší je zbytkový proud, tím je tranzistor jakostnější a tím má menší šum. Je také rozdíl mezi zbytkovými proudy křemíkových a germaniových tranzistorů – křemíkové mají I_{CB0} asi o tři řády menší. Proudový zesilovací činitel vyjadřuje zesilovací schopnost tranzistoru a určuje vlastně, jak velká část emitorového proudu se dostane až na kolektor (část emitorového proudu se totiž vždy uzavírá v obvodu báze). Nejčastěji používané je tzv. proudové zesílení nakrátko (nakrátko proto, že se měří při stálém napětí mezi kolektorem a emitorem, $U_{BE} = \text{konst}$) v zapojení se společným emitorem, které se označuje symbolem β , někdy také a_e nebo h_{21e} . Proudové zesílení β je dáno poměrem přírůstků proudů kolektoru a báze při konstantním U_{CE} . V katalogu však často bývá uváděn zesilovací činitel nakrátko v zapojení se společnou bází, který se označuje a , popř. a_B nebo a_b . Pro jejich převod $\left(\beta = \frac{1-a}{a}\right)$ slouží tab. 3.

Pro zapojení se společným emitorem, které je nejčastější, se označuje maximální dovolené napětí, které lze přivést na kolektor tranzistoru, symbolem $U_{CE \max}$. Je

to napětí, při němž tranzistor ještě spolehlivě pracuje a při němž nemůže nastat průraz přechodu. V praxi se nemá dovolená velikost tohoto napětí překračovat, i když průrazné napětí je až několikrát větší.

Maximální kolektorová ztráta tranzistoru ($P_{C \max}$) je důležitým parametrem především u tranzistorů koncových nf stupňů, stabilizačních obvodů, regulačních tranzistorů v napájecích zdrojích atd. Dovolenu kolektorovou ztrátu tranzistoru uvádí výrobce v katalogu a za určitých předpokladů lze říci, že se rovná součinu napětí U_{CE} a proudu I_C . Výsledkem překročení kolektorové ztráty je nadměrné ohřátí přechodů tranzistoru, zvětšení zbytkového proudu, změna proudu kolektoru, změna zesílení tranzistoru, zkreslení zpracovávaného signálu atd. Často způsobí nadměrná teplota úplné zničení tranzistoru; stává se to tehdy, přestoupí-li teplota přechodu u germaniových tranzistorů asi 70 až 90 °C, u křemíkových 150 °C. V souvislosti s maximální kolektorovou ztrátou se uvádí i tzv. teplotní odpor, který udává, o kolik °C bude teplota přechodu větší než teplota okolí, bude-li přechod přenášet ztrátu 1 mW. Odvod tepla z tranzistoru závisí především na ploše pouzdra a na jeho úpravě. Proto se někdy pouzdra tranzistorů barví na černo a doporučuje se opatřovat tranzistory, které přenášejí nějaký větší výkon, chladicími křídélky (upevňují se např. na kovové pouzdro nf transformátorů). Takto lze zmenšit teplotní odpor K [°C/mW] až téměř na polovinu. Teplotní odpor je např. u tranzistoru GC500 0,22 °C/mW, u OC72 0,4 °C/mW, u 104NU71 0,4 °C/mW. U obou posledních se při použití chladicí plochy 12,5 cm² zmenší na 0,3 °C/mW. Tvar chladicího křídélka pro jeden tranzistor, popř. pro koncovou dvojici, je na obr. 18. Křídélko podle obr. 18 má chladicí plochu asi 2 cm².

Často se také mluví o tzv. pracovním bodu tranzistoru a jeho správném nastavení. Pracovní bod tranzistoru bývá určen dvěma veličinami, obvykle napětím kolektor-emitor U_{CE} a proudem kolektoru I_C . Podrobnější katalogy uvádějí doporučené pracovní body pro jednotlivé

tranzistory a současně i vlastnosti, které má tranzistor v pracovním bodě zaručeny, např. mezní kmitočet, vstupní odpor atd. Např. tranzistor 156NU70 má doporučený pracovní bod $U_{CE} = 6\text{ V}$, $I_C = 1\text{ mA}$ a v tomto pracovním bodě má zesilovací činitel β průměrně 100, mezní kmitočet v zapojení s uzemněnou bází 15 MHz atd. Tranzistor GF505 má v pracovním bodě $-U_{CB} = 12\text{ V}$, $I_E = 1\text{ mA}$ napětí $-U_{BE} =$ menší než 0,42 V, činitel šumu F menší než 7,5 dB na kmitočtu 200 MHz, proudový zesilovací činitel h_{21e} v mezích 25 až 50 atd.

Závěrem této stručné kapitoly o základních parametrech tranzistorů si uvedeme ještě přehled tzv. mezních kmitočtů, jak bývají různými výrobci a v různých publikacích uváděny. Mezní kmitočet znamená všeobecně takový kmitočet signálu, při jehož zpracování se mění některý z parametrů tranzistoru. V poslední době se často uvádí mezní kmitočet f_T . Tento údaj tvoří součin absolutní hodnoty proudového zesilovacího činitele h_{21e} a kmitočtu, na němž se zmenší velikost absolutní hodnoty h_{21e} o 6 dB/okt. Kmitočet f_α je takový mezní kmitočet, při němž se absolutní hodnota proudového zesilovacího činitele v zapojení se společnou bází α (α_b , h_{21b}) zmenší na $1/\sqrt{2}$ velikosti, kterou měl zesilovací činitel tranzistoru α na kmitočtu 1 kHz. Stejnou definici má i mezní kmitočet označovaný f_β jen s tím rozdílem, že vychází ze zapojení se společným emitorem a zesilovacího činitele h_{21e} (β , α_e). Kmitočet f_1 je takový mezní kmitočet, při němž bude absolutní hodnota proudového zesilovacího činitele v zapojení se společným emitorem rovna jedné. Poslední z možných mezních kmitočtů bývá označován f_{max} . Je to takový kmitočet, na němž je tranzistor ještě schopen oscilovat.

Při posuzování tranzistorů podle mezních kmitočtů si musíme uvědomit, že mezní kmitočet je velmi závislý na pracovním bodě a že katalogový údaj je vždy údajem průměrným, který má být vždy splněn. Skutečnou hodnotu zjistíme teprve ověřením činnosti tranzistoru v zapojení za takových podmínek, za jakých bude v zapojení pracovat.

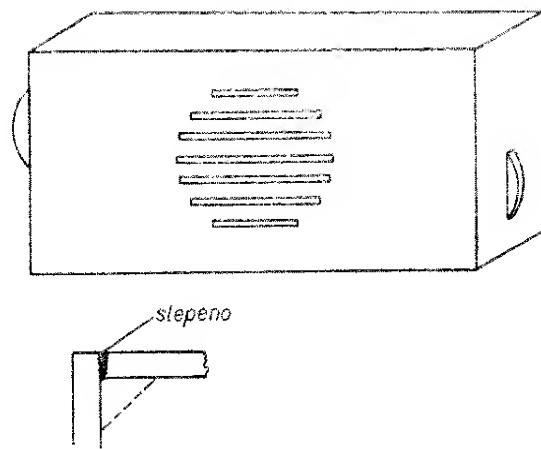
Diody používáme v rozhlasových přijímačích jako detekční prvky, tlumicí prvky, nebo k vytváření napětí k řízení obvykle prvního stupně mf zesilovače. Jako detektor v přijímačích pro příjem amplitudově modulovaných signálů vyhoví téměř každá hrotová dioda od 1NN70, popř. všechny diody řady GA. Nejlepší jsou novější typy řady GA, např. GA201 apod. K demodulaci kmitočtově modulovaných signálů v poměrových detektorech je třeba použít párovanou dvojici diod 2-GA206, která se i prodává. Na shodě parametrů obou diod v poměrovém detektoru závisí totiž zkreslení signálu. Pokud by byly diody odlišné, nešel by poměrový detektor správně naladit.

V řízených mf stupních se používají diody 1NN41, 5NN41, GA203, popř. i křemíková dioda KA501. Jako tlumicí dioda v ladicích dílech VKV je vhodná např. germaniová dioda s přivařeným zlatým hrotem 0A7, nebo některý typ křemíkových diod. Přehled diod je v tab. 4.

Skřínky na přijímače

Skříňka přijímače musí splňovat několik požadavků: musí být mechanicky pevná, vzhledná, musí jít dobře upravovat, musí být vhodná i jako ozvučnice pro reproduktor a musí umožňovat dokonalý přístup ke všem ovládacím prvkům.

Z hlediska dobré reprodukce, snadné opracovatelnosti, lepení i vzhlednosti jsou velmi výhodné skřínky ze dřeva; většinou



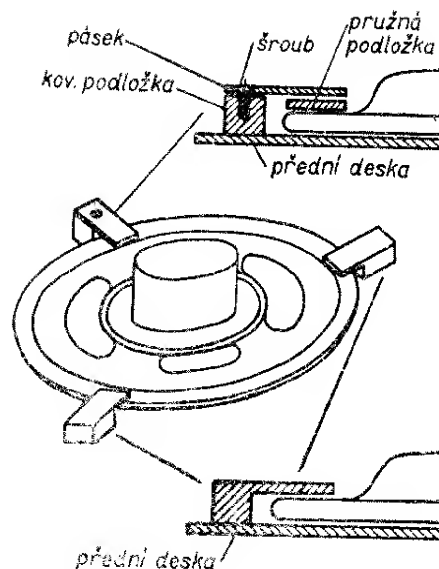
Obr. 19. Konstrukce skřínky přijímače z tituliní strany

používáme speciální druh překližky, tzv. leteckou překližku, která je pevná, málo navlhá a nerozlepuje se. Skříňky z překližky na malé přijímače nepotřebují žádnou výztuhu v rozích; stačí jen nařezat lupenkovou pilkou přední, zadní a boční stěny a po přiložení k sobě (pozor na pravé úhly rohů) slepit – nejlépe lepidlem Epoxy 1200. Otvor pro vyzařování reproduktoru je řešen tak, že z přední stěny jsou vyřezány podle průměru reproduktoru úzké pásy překližky (obr. 19). Skříňku je vhodné po slepení a urovnání povrchových nerovností namořit a přetřít bezbarvým acetonovým nebo jiným rychle schnoucím lakem. Takto byla zhotovena skříňka přijímače, která je na titulní straně tohoto čísla Radiového konstruktéra. Postupujeme tak, že nejprve slepíme kostru skříňky, tj. boční, horní a spodní stěnu. Dbáme přitom, aby byl v rozích zachován přesně pravý úhel. Na této práci závisí celkový vzhled a pravidelný tvar skříňky. Pak přilepíme přední stěnu vně rámu a uděláme zadní stěnu zasouvateľnou dovnitř. Do rohů můžeme přilepit výztuhy trojúhelníkového průřezu, které mohou sloužit jako opěra pro šasi. Na přední stěně jsou současně přilepeny i dva špalíčky ve tvaru L (pod ně se zasune reproduktor) a jeden tlustší špalíček pro uchycení reproduktoru ve třetím bodě šroubkem s podlouhlou podložkou. Připevnění reproduktoru je zřejmé z obr. 20.

Zhotovování skříňek je v každém případě velmi pracné, zvláště pro větší přijímače, kdy musíme spojení jednotlivých stěn řešit např. čepováním nebo kombinací několika různých způsobů. Povrchovou úpravu dřevěné skříňky lze ovšem různě obměňovat. Můžeme ji polepit umakartem nebo koženkou, popř. i jinými materiály, které máme k dispozici.

Skříňky se dají zhotovit i z jiných materiálů, nebo lze upravit různé skříňky z plastických hmot podle požadavků na přijímač. Uvedeme si proto ještě základní vlastnosti materiálů, které připadají v úvahu pro zhotovování skříňek přijímačů.

Je to především Novodur, který je k dostání v tabulích různé tloušťky. Novodur je vlastně druh PVC. Začíná měknout při teplotě nad 80 °C, je nehořlavý



Obr. 20. Připevnění reproduktoru v přijímači z titulní strany

a fyziologicky úplně netečný. Odolává kyselinám i louhům v jakékoli koncentraci a rozpouští se v některých organických rozpouštědlech (sirouhlík, keton atd). Novodur tloušťky do 1 mm se ohýbá poměrně snadno i za studena, na skříňky přijímačů však potřebujeme tloušťku alespoň 3 mm. Tak tlusté desky se dají ohýbat jen za tepla. Nejlépe je ohřát desku v místě ohybu přímým plamenem a ohnout o ostrou hranu do tvaru, který potřebujeme. Ohýbáme mírným tlakem a neděláme poloměr ohybu menší než asi dvojnásobek tloušťky ohýbané desky, jinak hrozí nebezpečí popraskání desky v místě ohybu. Po ohnutí je třeba materiál ihned ochladit – jen tak zůstane úhel ohybu stálý. Novodur se nejlépe řeže listem pilky na kov. Řez zarovnáme pilníkem s hrubým sekem, popř. hrany hobluje běžným truhlářským hoblíkem (za mírného tlaku). K vrtání jsou vhodné vrtáky na dřevo (s tupým úhlem břitu), jemně se dá Novodur brousit smirkovým plátnem a leštit leštící pastou M a plstí. Lesk však není dokonalý ani při přeleštování suchým flanelem.

Novodur lepíme speciálním lepidlem L20; lepené díly zdrsníme a dokonale odmastíme. Okamžitě po natření obou ploch lepidlem díly přiložíme k sobě a přebytečné lepidlo odstraníme. Slepěné díly necháme schnout 24 hodin.

Organické sklo (lidově zvané plexisklo) je vlastně druh pryskyřice. Je dokonale průhledné, špatně vede teplo, je ohebné a pružné, odolává chemikáliím, vodě i tukům. Teplo na ně nemá vliv až asi do 80 °C. Snadno se dá tvarovat při teplotě kolem 145 °C, při zahřátí na 300 °C se rozkládá. Rozpouští se dobře v chloroformu, trichloretylénu, ledové kyselině octové, acetonu, benzenu, toluenu atd. Toho se využívá k lepení – organické sklo se snadno a dobře lepí tak, že na nalepené plochy nanese štětečkem jedno z těchto rozpouštědel, např. trichloretylén, plochy přiložíme k sobě a přitiskneme. K lepení se používá i speciální lepidlo Umacol 3 – postup lepení je stejný. Lze je však lepit i kašovitým roztokem z pilin nebo odštěpků organického skla, rozpuštěných v chloroformu nebo jiném rozpouštědle.

Organické sklo se řeže nejlépe lupenkovou pilkou. Při řezání se však ohřívá a někdy se piliny v řezu roztáhnou teplem tak, že pilku sevrou a znemožní řezání. Proto se má řez průběžně ochlazovat vodou. Velmi dobře se také osvědčilo lámání desek místo řezání. Lom je hladký a rovný, je však třeba jej vyznačit pokud možno hlubokou rýhou, u tlustších desek raději z obou stran. Pak lze desku snadno zlomit např. o hranu stolu a lom bude přesně ve vyznačeném místě. Organické sklo se dá i ohýbat za tepla; vhodná teplota je asi 150 °C. Desku musíme prohrát i do hloubky, jinak by při ohýbání vznikaly trhliny. Organické sklo se leští nejlépe flanelem.

K povrchové úpravě skříněk se dobře hodí umakart. Je velmi odolný proti otěru, vlhkosti a chemikáliím, snáší teplotu až 180 °C, dobře se lepí, čistí i řeže. Jako lepidlo vyhoví Epoxy 1200 nebo speciální lepidla Umacol B nebo C. Lepená místa je vhodné zatížit nebo sevřít ve svěráku. Umakart řežeme na tvrdé podložce pod malým úhlem pilkou s jemnými zuby, aby se nevylamoval. Kraje řezu začišťujeme pilníkem nebo smirkovým plátnem. Umakart lze i ohýbat po zahřátí na rubu na teplotu 140 °C. Ještě ohnutý se musí ochladit, aby se nevracel do původní polohy. Vrtá se z lícové strany ostrými vrtáky a leští se flanelem.

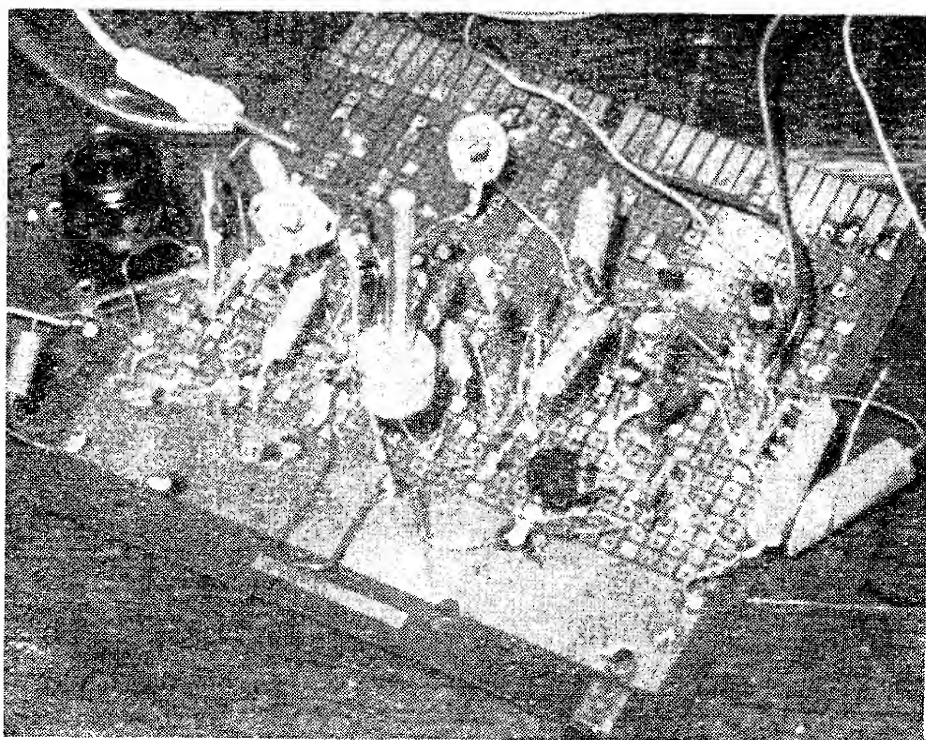
Na potažení skříněk se hodí i koženka. Při potahování tímto materiálem je důležité, je-li tkanina na rubu koženky řídká nebo hustá. Je-li řídká, lepíme ji lepidlem L171 nebo Plastofix, popř. i Vukoplast, Vukolep nebo Solakryl B. Je-li hustá, lze ji lepit kličem, Epoxy 1200, popř. kaučukovými lepidly (lepidlo na podešve). Koženka má však velkou nevýhodu v tom, že se špiní a špatně se čistí.

I když skřínky z plastických hmot jsou někdy atraktivnější, zůstává nejvhodnějším materiálem z hlediska reprodukce a opracování dřevo s dobrou povrchovou úpravou.

Zkušební konstrukce a rozložení součástek

Při stavbě jakéhokoli zařízení, které má větší počet součástek, je vždycky třeba stavět nejdříve tzv. zkušební konstrukci. Platí to i o rozhlasových přijímačích, u nichž máme možnost důkladně je ve zkušební konstrukci proměřit a předběžně naladit. Ve zkušební konstrukci, která se obvykle staví na podstatně větší ploše, můžeme snadno měnit součástky při upravování pracovních bodů tranzistorů, napájecího napětí atd. Současně si již můžeme udělat i představu o rozmístění jednotlivých dílů a součástí a udělat návrh na plošné spoje. Příklad zkušební konstrukce je na obr. 21. Jako šasi pro upevnění součástek slouží cuprexitová destička s otvory o $\varnothing 1,5$ mm, kolem nichž jsou čtverečky měděné fólie. Zkušební konstrukci lze uspořádat i tak, že součástky již nepotřebují drátové spoje, jinak je však lze vést po druhé straně destičky. Na destičku můžeme připájet i držáky potenciometrů a ladicích kondenzátorů, u běžných přijímačů však vystačíme s uspořádáním podle obrázku. Stavět začínáme vždy od konce, tj. od nízkofrekvenčního zesilovače, a postupujeme dále až po vyzkoušení jednotlivých funkčních celků. Zkušební konstrukci stavíme zásadně z těch součástek, které chceme použít v definitivní verzi přijímače – jinak by zkušební konstrukce nesplnila svůj účel.

Teprve po definitivním ožkoušení přijímače přistupujeme k návrhu plošných



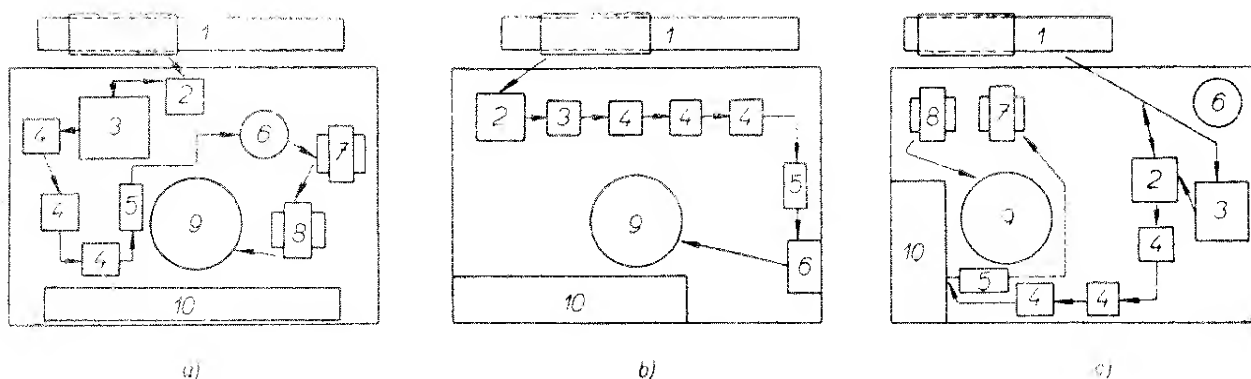
Obr. 21. Příklad zkušební konstrukce

spojů a nakonec k návrhu skřínky. Při zkoušení přijímače „na prkénku“ rozmísťujeme součástky pokud možno již tak, aby se jejich rozložení nelišilo od rozložení na destičce s plošnými spoji, protože jinak bychom se mohli dočkat velmi nemilých překvapení vlivem smyček a vazeb.

Všeobecně platnou zásadou pro rozmísťování součástí je, že všechny živé spoje musí být co nejkratší, součástky musí být připevněny tak, aby se během provozu nemohla měnit jejich poloha, nestíněné cívky (např. feritová anténa a cívka oscilátoru) mají být co nejdále od sebe a mají mít osy vzájemně kolmé. Zásadu kolmosti

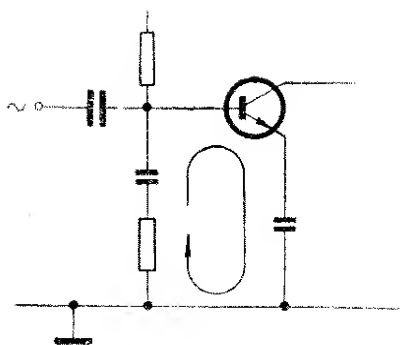
os je vhodné dodržovat i u nf transformátorů. Kryty cívek a funkčních dílů (ladičů díl pro VKV) musí být dobře spojeny se „zemí“, nejlépe v několika bodech. Aby se vyloučilo ovlivňování vstupních obvodů výstupními, nestavíme přijímač nikdy tak, aby např. ladičí kondenzátor a nf transformátory byly blízko sebe. Nejlépe je rozvrhnout konstrukci tak, aby rozložení součástek odpovídalo schématu. Několik typických příkladů rozmístění součástek je na obr. 22.

Při konstrukci a rozmísťování součástek je třeba dbát i na správný sled zemnění jednotlivých stupňů přijímače, a to



Obr. 22. Příklady rozmístění součástek v tranzistorovém přijímači

1 – feritová anténa, 2 – cívka oscilátoru, 3 – ladičí kondenzátor, 4 – mf transformátory, 5 – detekční diody, 6 – potenciometr hlasitosti, 7 – budicí transformátor, 8 – výstupní transformátor, 9 – reproduktor, 10 – baterie



Obr. 23. Vznik proudu zemním vodičem a jeho průběh

i v nf zesilovači, neboť tranzistorové obvody mají malou vstupní impedanci a proudy procházející společnými zemními vodiči se mohou nepříznivě projevit tam, kde jednotlivé stupně obvodů nejsou zemněny za sebou (je-li např. výstupní stupeň zemněn hned za vstupním a mezistupně až potom). Při uzemňování jednotlivých stupňů postupujeme vždy tak, jak postupuje signál, neboť zemní vodič má vždy určitý, i když velmi malý odpor, takže v něm vznikají proudy, které mohou ovlivňovat činnost obvodů. Vznik proudu v zemním vodiči je znázorněn na obr. 23. Nejvýhodnější by bylo soustředit všechny zemněné části jednoho obvodu do stejného bodu. I když to v praxi někdy není možné, snažíme se alespoň, aby byly co nejbližší u sebe. Je např. velmi nevhodné uzemnit reproduktor blízko vstupu nf zesilovače nebo umístit „konec“ zemního vodiče blízko živého vodiče vstupu zesilovače apod. Nesmíme také zapomenout na dobrou filtraci napájecího napětí elektrolytickými kondenzátory a popřípadě i tlumivkami, aby se nešířily vysoké kmitočty z jednoho stupně na druhý (u přijímačů VKV), nebo aby se neuzavíraly různé parazitní střídavé proudy přes vnitřní odpor baterie, který může být u starších baterií značný a může způsobit různé nepříjemné zvuky v reprodukci.

Máme-li podezření, že by blízkost některých součástek mohla vyvolat vznik zpětných vazeb, zkusíme již na zkušební konstrukci jejich přibližováním a oddalováním, do jaké míry se ovlivňují.

Některé poznatky v rozmísťování součástek získáme jen praxí. Nesmíme se však nechat odradit neúspěchy; časem

nám všechny tyto zásady „přejdou do krve“ a při konstrukci nám rozmístění součástí nebude dělat žádné potíže.

Zatímco u superhetů se bráníme vzniku jakékoli parazitní vazby mezi obvody, při konstrukci reflexních přijímačů často kladné vazby naopak využíváme a také ji sami zavádíme. Reflexní přijímače se od superhetů značně liší a pro jejich stavbu platí poněkud odlišné zásady. Proto si nikdy nemůžeme být jisti výsledkem své práce, pokud není takový přijímač postaven v definitivní podobě. Často stačí jeden volně se pohybující přívod (např. od feritové antény) a pracně nastavená zpětná vazba funguje zcela opačně nebo nenastavuje vůbec.

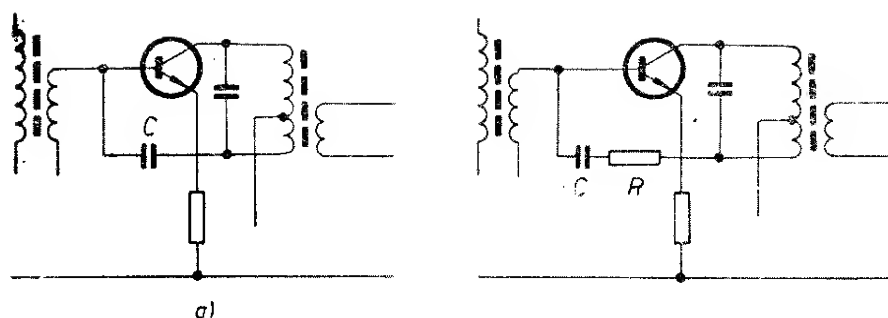
Domníváme se proto, že i pro začátečníky je výhodnější začít se stavbou jednoduchého superhetu než složitěho reflexního přijímače, zvláště když se ani počtem součástek oba druhy přijímače navzájem příliš neliší.

Neutralizace

U všech tranzistorových stupňů, které mají na vstupu a na výstupu laděný obvod (se stejným rezonančním kmitočtem), je třeba zavádět tzv. neutralizaci napětí, které proniká kapacitou kolektor-báze tranzistoru z výstupu stupně na vstup a zmenšuje tak jeho zesílení. Největší kapacitu kolektor-báze mají slitinové tranzistory, které vyžadují neutralizační kapacity až 50 pF i více. Méně často je nutné neutralizovat zapojení s difúzními nebo mesa tranzistory. Stupeň se špatnou neutralizací poznáme podle toho, že má malé zesílení (je-li neutralizace malá), nebo kmitá (je-li neutralizace příliš velká).

Neutralizace v podstatě znamená přivést napětí z výstupu stupně na vstup tak, aby se napětí proniklé kapacitou kolektor-báze zrušilo. Dosáhneme toho tím, že zpětnou vazbou z výstupu na vstup stupně přivádíme napětí stejné velikosti, ale opačné fáze, než jakou má napětí pronikající kapacitou kolektor-báze.

Způsobů, jak zavést zpětnovazební napětí s opačnou fází z výstupu na vstup stupně, je několik. Na obr. 24a je nejčastější způsob, klasický způsob je na



Obr. 24. Druhy
neutralizace tran-
zistoru

obr. 24b. Kondenzátor C (nebo sériová kombinace kondenzátor-odpor) se volí tak, aby neutralizační napětí opačné fáze bylo přesně stejně velké jako napětí pronikající na bázi kapacitou kolektor-báze.

Jiný způsob neutralizace, který se však u nás nepoužívá, je na obr. 25.

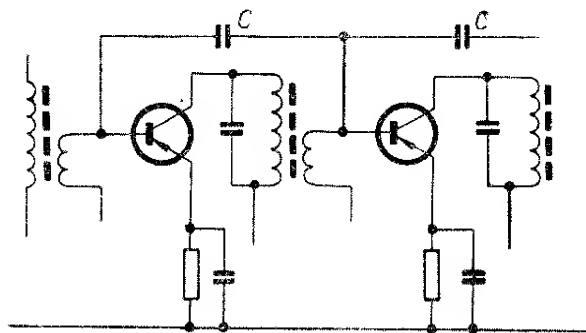
Nejdokonalejší je neutralizace zvláštním vinutím na mf transformátoru, s níž se setkáme jen u nejjakostnějších přijímačů. Tento způsob jsme použili při konstrukci přijímače pro příjem kmitočtově modulovaných signálů.

Abychom nemuseli pracně zjišťovat potřebnou kapacitu neutralizačních kondenzátorů, mívají tranzistory pro mf zesilovače na vrchlíku pouzdra barevnou tečku, která označuje, jak velkou neutralizační kapacitu je třeba použít. Pro mf tranzistory 155NU70 platí tyto údaje: zeleně označený vrchlík pouzdra – kapacita kolektor báze 8 až 9 pF, neutralizační kapacita 27 pF; modrý vrchlík – kapacita 9 až 10,7 pF, neutralizace 33 pF; červený vrchlík – 10,7 až 13,1 pF, neutralizace 39 pF; žlutý vrchlík – 13,1 až 15,9 pF, neutralizace 47 pF; černý vrchlík – kapacita 15,9 až 18 pF, neutralizace 56 pF. Pro mf tranzistory 153NU70 platí tyto údaje: zelený nebo modrý vrchlík znamená použít neutralizační kondenzátor 15 pF $\pm 20\%$, červený nebo žlutý vrchlík 22 pF $\pm 20\%$, černý nebo bílý 33 pF $\pm 20\%$, fialový 47 pF $\pm 20\%$.

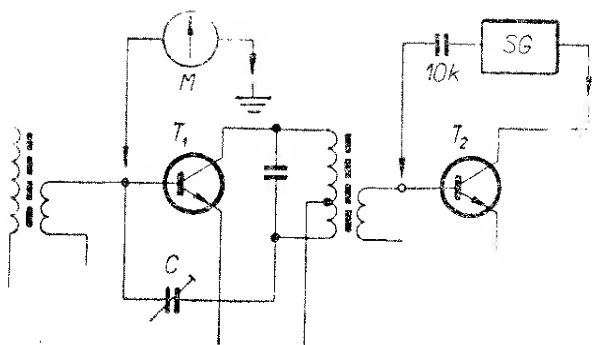
S barevným značením vrchlíků se setkáme také u některých slitinových nízkofrekvenčních tranzistorů (např. 103NU70), tam však má jiný význam – označuje proudový zesilovací činitel h_{21e} . Jednotlivé barvy značí: bílá přes 100, fialová 80 až 100, modrá 60 až 80, zelená 50 až 60, žlutá 40 až 50, oranžová 30 až 40 a červená menší než 30.

Přesto, že téměř vždy vyhoví (alespoň do jisté míry) neutralizační kondenzátor podle barvy vrchlíku, je k získání optimálního zesílení třeba nastavit neutralizaci individuálně u každého tranzistoru. Můžeme přitom postupovat podle měřicích přístrojů nebo zkusmo. Postup, který zaručuje přesné nastavení, je na obr. 26. Signální generátor SG nastavíme na mf kmitočet, modulovaný do hloubky 30 % kmitočtem 400 Hz, napětí přivedeme na bázi T_2 a ručka měřidla (vř voltmetr, osciloskop, sledovač signálu se sondou pro vř) ukáže výchylku. Oscilátor přijímače je vyřazen z činnosti. Pak měníme kapacitu kondenzátoru tak dlouho, až bude výchylka měřidla nejmenší nebo nulová. Proměnný kondenzátor změříme a nahradíme pevným kondenzátorem. Tím je neutralizace skončena.

Nemáme-li potřebné přístroje, nebo nezáleží-li nám na přesnosti nastavení, nastavíme neutralizaci zkusmo tak, že kapacitním trimrem měníme kapacitu tak dlouho, až je hlasitost reprodukce největší, nebo můžeme přímo připojovat pevné kondenzátory a jejich kapacitu volíme tak, jak jdou hodnoty v normalizované řadě za sebou.



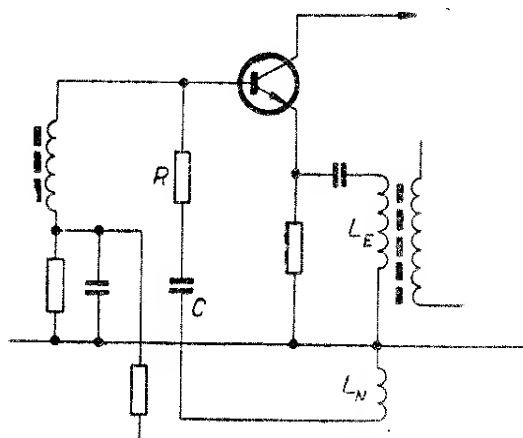
Obr. 25. Jiný způsob neutralizace tranzistoru



Obr. 26. Zapojení přístrojů pro nastavení správné kapacity neutralizačního kondenzátoru

Je samozřejmé, že neutralizaci nastavujeme při jmenovitém napětí baterie. Nesmíme také zapomenout, že většinou je třeba i přesně naladěné obvody po nastavení neutralizace znovu doladit, i když odchylky od správného naladění nebudou velké. V praxi se obvykle volí neutralizační kondenzátor poněkud menší kapacity, protože čerstvé baterie mají poněkud větší napětí než jmenovité a mohlo by se stát, že by se přijímač s čerstvými bateriemi rozkmital.

V tranzistorovém přijímači se kromě mf dílu neutralizuje i kmitající směšovač, a to zejména na krátkých vlnách. Používá se k tomu můstkové zapojení (obr. 27 a 28). Zabraňuje se tím vyzařování kmitočtu oscilátoru do antény a tzv. strhávání kmitočtu oscilátoru kmitočtem signálu, zejména na vyšších kmitočtech pásma krátkých vln. Odpor R a kapacita C se obvykle nastavují na minimální velikost signálu oscilátorového kmitočtu na

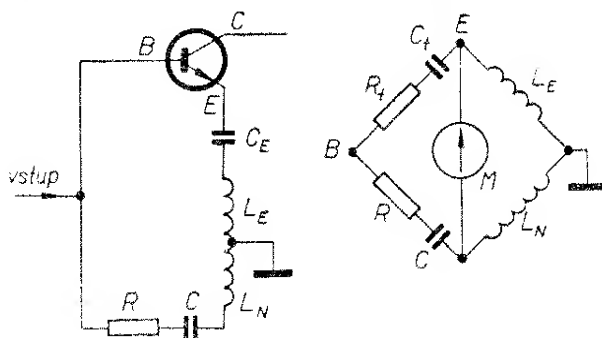


Obr. 27. Neutralizace kmitajícího směšovače

anténě. Neutralizační vinutí na cívce oscilátoru má stejnou indukčnost jako emitorové vinutí, odpor R je až 100Ω a kondenzátor C do 200 pF . Ze schématu neutralizačního můstku je zřejmé, že s každou změnou R při nastavování neutralizace se musí měnit i C , z čehož je vidět, že je to velmi zdoluhavá práce. Neutralizují se především signály o kmitočtu oscilátoru, které jsou velmi blízké kmitočtu přijímaného signálu.

Rovnováha můstku při $L_E = L_N$ nastane, je-li R stejný jako odpor tranzistoru R_i a C stejný jako kapacita tranzistoru C_i . Pak na vstup neproniká žádné napětí oscilátoru (v praxi minimální).

Při stavbě tranzistorových přijímačů sladujeme obvykle dvakrát – jednou zhruba na zkušební konstrukci a podruhé přesně, až je přijímač v definitivním stavu



Obr. 28. Neutralizační můstek a zjednodušené schéma neutralizačního obvodu kmitajícího směšovače

ve skřínce. Na správném naladění závisí činnost a výkon všech stupňů přijímače, proto tuto práci nikdy neodbyváme a pokud je to jen trochu možné, nepoužíváme žádné náhradní metody, ale správně oceňované přístroje, které jsou většinou k dispozici v radiokabinetech, základních organizacích Svazarmu, v kolektivních stanicích apod.

Přijímač musí být před sladováním v pořádku jak po stránce elektrické, tak i mechanické. Napětí napájecí baterie musí být jmenovité, tranzistory musí mít správně nastaveny pracovní body a všechny součásti přijímače musí být řádně připevněny, kryty dobře uzemněny, reproduktor musí být ve výřezu šasi, feritová anténa dobře upevněna atd. Nezapomeň-

me, že na naladění má vliv umístění součástek vůči sobě, takže pokud je to možné, sladujeme hotový přijímač ve skřínce. To platí především o sladování vstupních obvodů.

Při sladování kterékoli části přijímače nastavíme regulátor hlasitosti na největší hlasitost, zkontrolujeme správnou činnost tlumicí diody AVC (pokud ji přijímač má) a zem přijímače spojíme dobře se zemí signálního generátoru.

Sladování mezifrekvenčního zesilovače. Ke sladování potřebujeme signální generátor s regulovatelným výstupním napětím a vlastní modulací, popř. s možností nastavení kmitočtového zdvihu (pro VKV), měřič výstupního napětí nebo výkonu (outputmetr), sladovací nástroje, tj. šroubovák z plastické hmoty, popř. sladovací klíč na hrníčkové trimry, měkký zakapávací vosk na zakápnutí jader a kondenzátor asi 1000 pF v sérii s odporem přes 10 kΩ pro rozladování pásmových propustí. Kvalitní mf transformátory mají jádra z feritových materiálů – ty nikdy neladíme kovovým šroubovákem a otáčíme jimi velmi opatrně, protože ferit je křehký a jádro by se mohlo v cívce snadno rozlomit. Zbytek jádra bychom pak z dutiny cívky těžko vyndávali, neboť ferit je kromě toho i velmi tvrdý.

Napětí zkušebního signálu volíme vždy jen takové, aby měřič výstupního výkonu ukazoval 5 až 10 mW u přijímačů s nf zesilovačem do 150 mW, nebo 50 mW u ostatních přijímačů.

Ladicí kondenzátor nastavíme na nejmenší kapacitu, signál z generátoru přivedeme na bázi směšovacího tranzistoru a vyřadíme z činnosti oscilátor přijímače. Mf transformátory sladujeme odzadu, tj. od detekčního stupně. Ladíme na největší výchylku ručky měřiče výstupního výkonu a během ladění zmenšujeme výstupní napětí generátoru tak, aby nf výkon na výstupu přijímače nebyl během ladění větší než 5 až 10, popř. 50 mW. Protože jako indikátor výstupního výkonu se používá nejčastěji nf voltmetr, je pro snadné určení potřebného napětí pro určitý výkon na různých zatěžovacích odporech (reproduktoru) zařazen na str. 60 graf, z něhož můžeme napětí s dostatečnou přesností určit. Graf je vyjádřením

rovnice pro výkon P na zatěžovacím odporu R

$$P = \frac{U^2}{R} \quad [W; V, \Omega],$$

kde U je střídavé napětí na zatěžovacím odporu. Pro větší přesnost měření se také doporučuje nahradit reproduktor bezindukčním odporem o hodnotě odpovídající jmenovité impedanci reproduktoru. Nelze-li touto metodou přijímač naladit, postupujeme tak, že postupně ladíme jednotlivé stupně, počínaje posledním mf transformátorem. Signál přivádíme opět na báze tranzistorů jednotlivých mf stupňů přes oddělovací kondenzátor asi 20 nF. Po tomto předběžném sladění doladíme mf díl dříve uvedeným způsobem.

Po naladění zakápneme jádra cívek měkkým zakapávacím voskem. Někdy se může stát (především tehdy, navijíme-li si cívky sami na jádra, jejichž vlastnosti přesně neznáme), že některou z cívek nelze vyladit do rezonance změnou polohy jádra; pak je třeba se rozhodnout, změníme-li indukčnost cívky změnou počtu závitů, nebo kapacitu paralelního kondenzátoru. Výhodnější a rychlejší je druhý způsob – kapacitu kondenzátoru můžeme měnit bez podstatného vlivu na jakost cívky až asi o $\pm 15\%$.

Někdy se uvádí, že mf i vf obvody lze naladit i pomocí signálu z multivibrátoru. V tomto případě však musíme mít jistotu, že alespoň polovina laděných obvodů je naladěna na rezonanční kmitočet signálním generátorem nebo jiným způsobem (GDO).

Sladování vstupní části přijímače. Při sladování vstupních obvodů nastavíme opět potenciometr hlasitosti na plnou hlasitost a sladujeme přijímač do souběhu alespoň ve dvou bodech, tj. většinou pro střední vlny na kmitočtech mezi 550 až 600 kHz (doladovací prvek cívka) a 1400 až 1500 kHz (doladovací prvek kondenzátor). Ke sladování používáme sladovací rámovou anténu, kterou tvoří asi 30 závitů drátu o \varnothing 0,5 mm CuPH na obdélníkové kostře z izolačního materiálu o rozměrech asi 6×15 cm. Při sladování musí být osa feritové antény kolmá na osu cívky a musí být ve vzdálenosti nejméně 20 až 30 cm. Abychom při sladování ne-

museli upravovat výstupní napětí generátoru, lze sílu signálu regulovat i přibližováním nebo vzdalováním rámové antény od antény přijímače.

Na uvedených kmitočtech slaďujeme oscilátor i vstupní obvod přijímače. Můžeme však také naladit oscilátor do pásma podle okrajových kmitočtů a vstupní obvod doladit v jedné pětina a čtyřech pětina celkové šířky přijímaného pásma. Zásadně ladíme na maximální výchylku ručky výstupního měřidla a jednotlivé úkony opakujeme tak dlouho, až jsou odchylky údaje výstupního měřidla při přechodu z jednoho okraje pásma na druhý minimální.

Při slaďování obvodu oscilátoru je někdy výhodné postupovat tak, že zkracujeme cívku v bázi prvního tranzistoru (cívka je na feritové anténě) a vř signál přivádíme na bázi tohoto tranzistoru přes kondenzátor o kapacitě kolem 20 000 pF. Při slaďování vstupu zkrat cívky odstraníme a signál přivádíme z rámové antény. Tento postup je vhodný např. u tranzistorového přijímače na obr. 45.

Nastavování přijímačů pro VKV si ukážeme konkrétně na popisovaných konstrukcích.

Konstrukční část

Nf zesilovače tranzistorových přijímačů

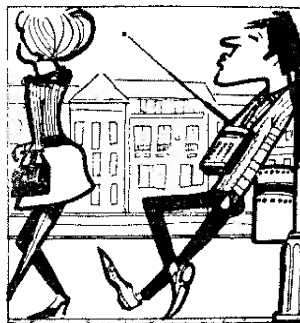
V této kapitole popíšeme několik tranzistorových přijímačů různých zapojení a různých velikostí. Aby i ten, kdo nebude mít k dispozici některý z uváděných reproduktorů a bude chtít volit jiné uspořádání nebo jiné napájení, popř. bude požadovat jiný výkon přijímače, mohl svůj přijímač upravit bez dlouhého hledání vhodných zapojení, uvádíme v úvodu ke konstrukcím přijímačů zapojení několika nejběžnějších nízkofrekvenčních zesilovačů, které lze připojit ke každému popisovanému přijímači. Zesilovače mají změřeny i charakteristické hodnoty, např. spotřebu proudu, nf výkon, citlivost atd., takže lze snadno zjistit, jaké výsledky lze při náhradě jednoho zapojení jiným očekávat.

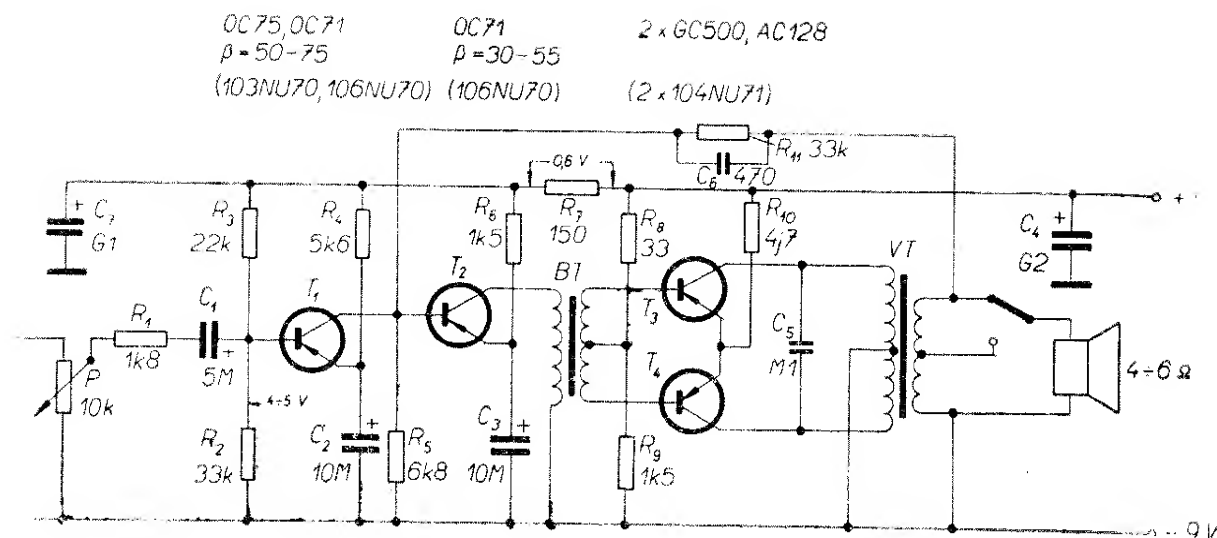
Protože předpokládáme, že popisované přijímače budou většinou napájeny z baterií, vyloučili jsme z popisu zesilovače třídy A, které sice mají malé zkreslení, jsou však velmi neekonomické vzhledem k trvalému proudu, který odebírají. Také účinnost zesilovačů třídy A je velmi malá, asi poloviční proti třídě B, která se v přijímačích používá nejčastěji. Pro zapojení ve třídě B platí, že proud odebíraný ze zdroje je v každém okamžiku úměrný amplitudě výstupního střídavého signálu, tj. hlasitosti reprodukce. Účinnost třídy B je asi kolem 60 % při plném vybuzení a výstupní výkon je (pro srovnání) až asi desetkrát větší než u zesilovačů ve třídě A (jednočinné). Kolektorový proud tranzistorů koncové dvojice ve třídě B představuje asi 10 % proudu při plném vybuzení.

Pokud jde o předzesilovače, bývají podle požadovaného budicího signálu pro koncovou dvojici jednostupňové nebo dvoustupňové. Zapojení předzesilovače je téměř u všech zesilovačů shodné, je jen třeba upozornit na to, že u dvoustupňového předzesilovače mívá první tranzistor (na vstupu nf zesilovače) obvykle malé napětí kolektor-emitor a malý emitorový proud. Je to proto, že tranzistor v takovém pracovním bodě mívá menší šum než v obvyklých pracovních bodech. Napětí kolektor-emitor se volí v rozmezí 1 až 5 V a proud kolektoru asi do 0,7 mA.

Typické zapojení dvojčinného zesilovače ve třídě B je na obr. 29. Zesilovač má dvoustupňový předzesilovač a je zapojen klasicky, tj. s budícím i výstupním transformátorem. Protože koncové tranzistory zesilují v tomto zapojení střídavě jen půlvlny vstupního signálu, budí se souměrný dvojčinný stupeň signály z tzv. budicího transformátoru, který dodává

na báze koncové dvojice tranzistorů signál stejné velikosti, ale fázově posunutý o 180°. Výstupní půlvlny se složí do normálního průběhu ve výstupním souměrném transformá-





Obr. 29. Typické zapojení zesilovače třídy B s transformátory
(BT je budicí, VT výstupní transformátor)

toru. Podstatné na tomto zapojení je, že tranzistory pracují z hlediska střídavého signálu v sérii, z hlediska stejnosměrného napájení však paralelně. Tranzistory koncové dvojice musí být párovány, aby zesílený signál nebyl zkreslen. Pracovní bod koncové dvojice se nastavuje odpory R_8 a R_9 , jejichž velikostí (ovšem za cenu zvětšení klidového proudu) lze do jisté míry upravit nesouhlas v párování. Jako BT a VT lze použít výprodejní transformátory z čs. přijímače Akcent, které jsou v současné době k dostání v prodejně Radioamatér v Žitné ul. 7, Praha 1. Použijeme-li místo předepsaných tranzistorů tranzistory s opačnou polaritou (typy jsou uvedeny na obr. 29 v závorkách), je třeba změnit odpory určující pracovní bod koncové dvojice tranzistorů, změnit polaritu všech elektrolitických kondenzátorů a napájecí baterie. Jinak může zůstat zapojení beze změn.

Technické parametry zesilovače

Citlivost: $2,8 \mu\text{A}$ při normalizovaném výstupním výkonu 50 mW. Citlivost se někdy uvádí jako vstupní nf napětí, potřebné k dosažení určitého výstupního výkonu, někdy jako proud procházející odporem $0,1 \text{ M}\Omega$ zapojeným sériově na vstupu zesilovače při určitém výstupním výkonu; proud se samozřejmě neměří, neboť je velmi malý, ale určuje se ze spádu

nf napětí na odporu. V našem případě je spád napětí na odporu $0,1 \text{ M}\Omega$ 280 mV, z toho podle Ohmova zákona vyplývá, že odporem teče proud $2,8 \mu\text{A}$.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{0,28 \text{ V}}{10^5} = 0,28 \text{ V} \cdot 10^{-5} \Omega = 0,0000028 \text{ A} = 2,8 \mu\text{A}.$$

Odběr naprázdno: 14 mA.

Maximální výkon: až 500 mW bez patrného zkreslení sinusovky na osciloskopu (s tranzistory GC500).

Příkon při plném vybuzení: až 130 mA.

Kmitočtová charakteristika (1000 Hz, 50 mW, 0 dB): 200 Hz až 9000 Hz, $\pm 3 \text{ dB}$.

Všechny údaje byly měřeny při jmenovitém napájecím napětí, bez zpětné vazby ze sekundárního vinutí výstupního transformátoru a bez kondenzátoru C_5 .

Zapojení a součástky. Zesilovač je zapojen zcela běžně až na dvě výjimky. Jednou z nich je připojení reproduktoru, které dává možnost použít tzv. úsporný provoz, při němž se spotřeba přijímače sníží až o 30 % (při výstupním výkonu menším asi o 40 %). Úsporného provozu se dosáhne přepnutím horního přívodu reproduktoru na odbočku výstupního transformátoru. Kromě malé spotřeby má tento druh provozu přednost i v tom, že se zmenší zkreslení až do hlasitosti, při níž dochází k limitaci výstupního napětí

(maximální amplitudy budicího napětí se využívá při malém proudovém vybuzení koncové dvojice tranzistorů a pracovní bod nepřejde až do oblasti zakřivení charakteristik). Druhou zvláštností je zapojení kondenzátoru C_5 , který slouží k vyladění rezonance výstupního transformátoru až do oblasti nad 20 kHz. Tím se zlepšuje přenos vysokých kmitočtů a kromě toho se filtruje výstupní signál od zbytků vf. Kondenzátor také způsobuje, že zpětná vazba je silnější (zpětnovazební odpor je menší); proto se musí ve větvi zpětné vazby použít paralelní kombinace RC , neboť při zařazení pouhého odporu by byl přenos vysokých kmitočtů nadměrný.

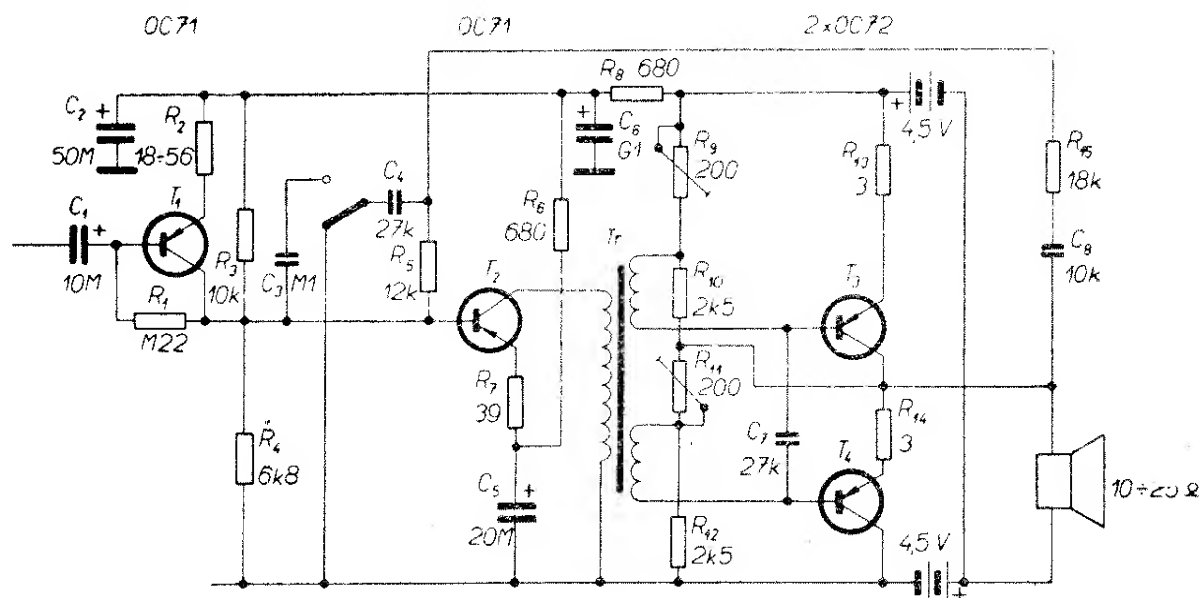
Dobré citlivosti celého nf zesilovače se dosáhlo také ne zcela běžným zapojením nf předzesilovače. Tranzistory T_1 a T_2 jsou vázány přímo, bez vazebních členů, což umožňuje větší výkonové zesílení. Je však třeba, aby oba tranzistory měly zesilovací činitel v mezích uvedených v obr. 29, jinak může dojít k přebuzení koncového zesilovače, ke zkreslení apod.

Transformátory mají typové označení 9WN66901 (budicí) a 9WN67401 (výstupní). Budicí má na primárním vinutí 650 závitů drátu o \varnothing 0,08 mm CuP, na sekundárním (bifilárním) 2×467 závitů drátu o \varnothing 0,18 mm CuP. Výstupní transformátor má primární vinutí 2×135 závitů drátu o \varnothing 0,27 mm CuP a sekundární

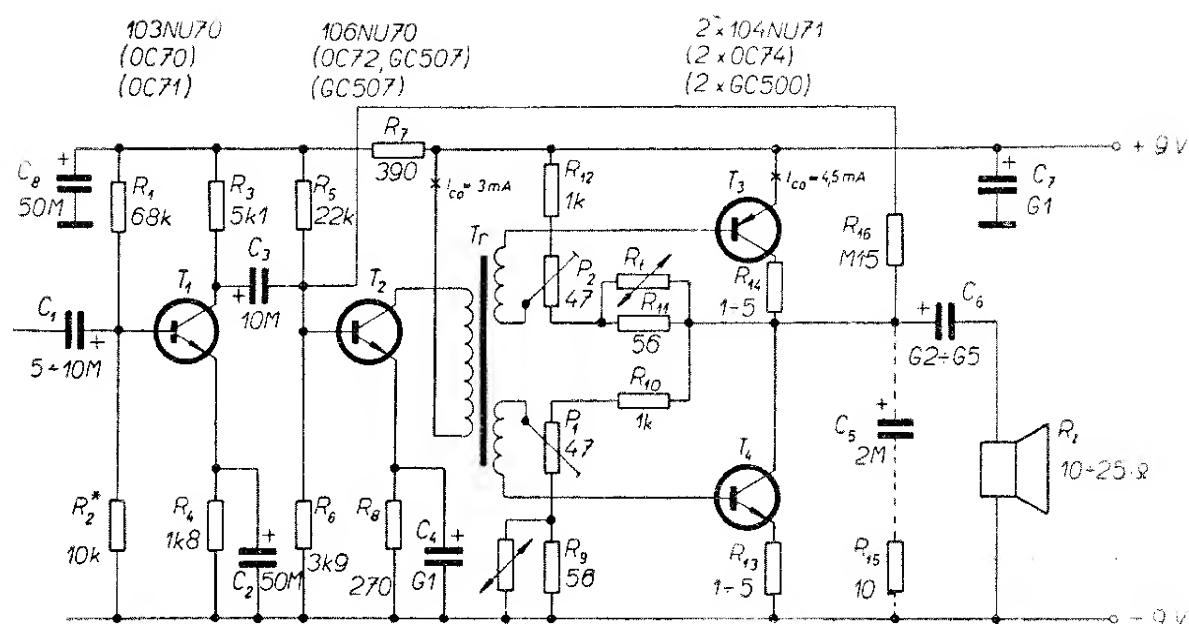
2×28 závitů drátu o \varnothing 0,8 mm CuP.

Méně časté je zapojení nf zesilovače podle obr. 30. Na rozdíl od předcházejícího v něm chybí výstupní transformátor a koncové tranzistory nejsou napájeny z hlediska stejnosměrného proudu paralelně, ale v sérii. Jinak je zapojení shodné se zapojením na obr. 29. Největší jeho předností je, že umožňuje vypustit výstupní transformátor, neboť vhodný zatěžovací odpor koncových tranzistorů je mnohem menší a nemusí se proto transformovat na velikost impedance reproduktoru. Optimální zatěžovací impedance je asi čtyřikrát menší než u předcházejícího zapojení. Další výhodou je i snadné zavádění záporné zpětné vazby a tím zlepšení kmitočtové charakteristiky. Jedinou nevýhodou je potřeba dvou zdrojů o stejném napětí.

Tuto nevýhodu lze však snadno odstranit zapojením podle obr. 31. Reprodukter se k výstupnímu obvodu připojí přes elektrolytický kondenzátor C_6 . Tranzistory nemusí být dokonale párovány, jejich parametry lze vyrovnat silnější zpětnou vazbou. Klidové napětí na kolektoru T_4 závisí na proudových zesilovacích činitelích obou tranzistorů, ve stavu bez buzení je asi 4 až 5 V. Proudové koncové dvojice se vyrovnávají samočinně – změnil-li se napětí na kolektoru T_4 na jinou velikost než je poloviční napětí zdroje, změní se



Obr. 30. Zesilovač třídy B se sériovým napájením tranzistorů



Obr. 31. Zapojení zesilovače z obr. 30 s napájecím zdrojem bez středního vývodu

samočinně i předpětí vstupního obvodu a tím se proudy kolektorů opět vyrovnají.

Koncový stupeň zesilovače pracuje ve třídě B.

Technické vlastnosti:

Napájení: 9 V, klidový proud 7 až 9 mA.

Čitlivost pro výstupní výkon 50 mW: při $R_z = 8 \Omega$ je 2 mV, při $R_z = 25 \Omega$ je 1,3 mV.

Výstupní výkon: při $R_z = 25 \Omega$ asi 150 mW, odběr ze zdroje 45 mA, při $R_z = 8 \Omega$ asi 170 mW, odběr ze zdroje 75 mA.

Při měření výstupního výkonu se současně kontroloval tvar sinusovky na osciloskopu; při uvedených výkonech nebylo pozorováno zkreslení. Součásti jsou běžné až na termistor R_t , který má při 25 °C odpor 50 Ω . Lze však místo něj a paralelního odporu R_9 (R_{11}) použít odpor 25 Ω . Koncový stupeň však nebude dostatečně stabilizován a to znamená, že nesmíme nf zesilovač budít až na maximální hranici, nebo musíme upravit pracovní bod koncové dvojice tranzistorů. Budicí transformátor je z plechů EI30, primární vinutí má 1600 závitů drátu o \varnothing 0,08 mm CuP, sekundární 2x430 závitů drátu o \varnothing 0,13 mm CuP vinutých bifilárně. Lze také použít před časem prodávaný transformá-

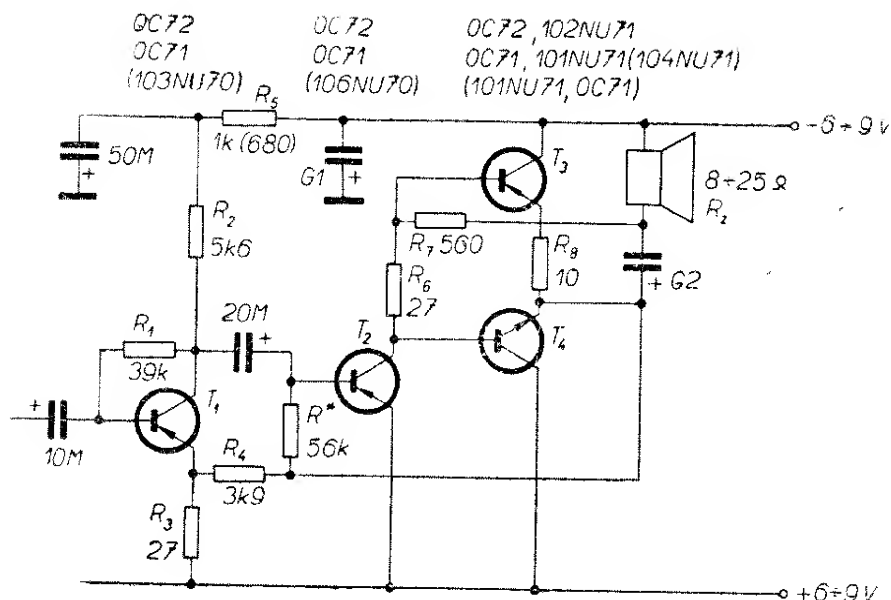
tor Adast 9WN66900, popř. výprodejní transformátor z čs. přijímače Perla. Proudů báží koncové dvojice nastavíme trimry P_1 a P_2 na nejmenší zkreslení sinusovky na osciloskopu nebo na nejméně zkreslený poslech z reproduktoru. Klidové proudy tranzistorů jsou vyznačeny na obrázku. Zesilovač má velmi dobré kmitočtové vlastnosti, přenášený dolní kmitočet f_d závisí na použitém kondenzátoru C_6 podle vztahu

$$C_6 \geq \frac{1}{2\pi f_d R_z} \quad [F; Hz, \Omega].$$

Horní mezní kmitočet závisí především na provedení budicího transformátoru.

Velmi jakostní nf zesilovač je na obr. 32. Popis tohoto i několika podobných zapojení jakostních nf zesilovačů byl v poslední době několikrát uveřejněn v AR i jinde, proto jen stručně: jde o zesilovač třídy B bez transformátorů s doplňkovými tranzistory a velmi dobrým přenosem akustického spektra kmitočtů. Zesilovač je nenáročný na tranzistory, běžně vyhoví kterýkoli z uvedených typů. Klidové proudy koncové dvojice doplňkových tranzistorů lze upravit změnou odporu 27 Ω v kolektoru T_2 , zkreslení při malých signálech (především při změně napájecího napětí) lze upravit změnou odporu R^* (optimální velikost při napětí

Obr. 32. Nf zesilovač bez transformátorů



9 V je asi 20 až 56 kΩ). Odporem R_4 se zavádí silná záporná zpětná vazba, která stabilizuje klidové pracovní body tranzistorů a upravuje i kmitočtovou charakteristiku a celkové zkreslení. Zapojení je velmi jednoduché, nenáročné na součástky a vyhoví jako koncový stupeň i do přijímačů pro VKV.

Jedinou nevýhodou tohoto zapojení je poněkud větší klidový proud, zvláště tehdy, nejsou-li dobře párovány tranzistory koncové dvojice.

Technické vlastnosti:

Napájení: 9 V, klidový proud kolem 10 mA.

Citlivost pro výkon 50 mW, 1000 Hz:
při $R_z = 25 \Omega$: 1,5 mV,
při $R_z = 5 \Omega$: 2,5 mV.

Výstupní výkon (1000 Hz, $R_z = 25 \Omega$):
190 mW, odběr 45 mA. ($R_z = 5 \Omega$):
80 mW, odběr 70 mA.

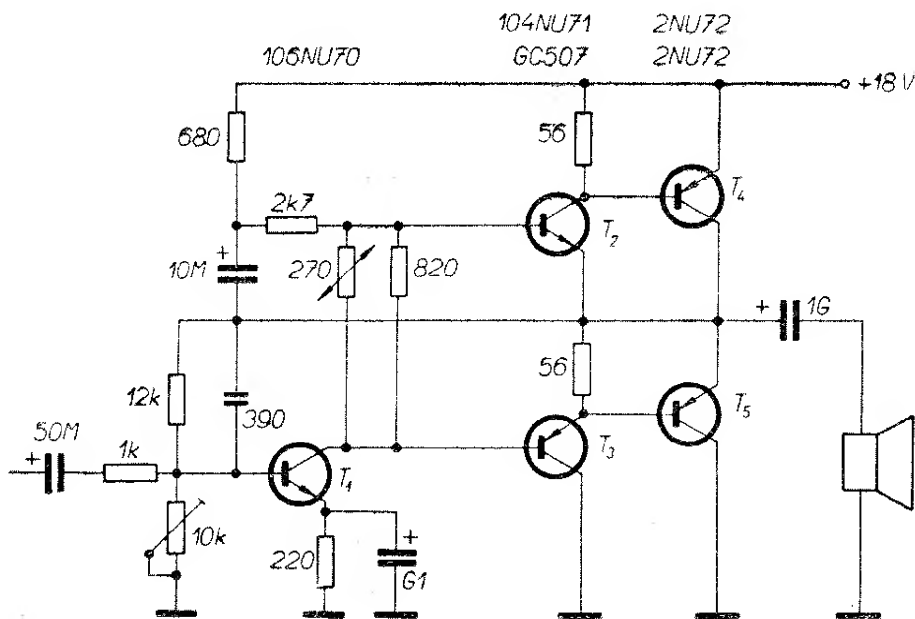
Výstupní napětí pro maximální výkon:
30 mV, popř. 22 mV.

Kmitočtová charakteristika: 30 Hz až 30 kHz, ± 3 dB.

Výstupní výkon byl měřen při sledování sinusovky osciloskopem tak, aby nedošlo k viditelnému zkreslení.

Z technických vlastností vyplývá, že na velikosti zatěžovací impedance závisí jednak maximální výstupní výkon, jed-

Obr. 33. Výkonový zesilovač bez transformátorů



nak spotřeba proudu, popř. i vstupní budicí napětí pro určitý výkon. Jako nejvhodnější je pro tento zesilovač zatěžovací odpor $25\ \Omega$. Jeho zmenšováním se ochuzujeme o celkem výjimečné vlastnosti, které zesilovač při své jednoduchosti má.

Podobně je zapojen i výkonnější zesilovač na obr. 33. Tranzistor T_1 pracuje ve třídě A a je přímo vázán s budicím stupněm osazeným doplňkovou dvojicí tranzistorů n-p-n a p-n-p. Předpětí pro tyto tranzistory se získává na odporu $820\ \Omega$ a stabilizuje se termistorem $270\ \Omega$. Proud kolektoru T_1 , který určuje statické vyvážení koncového stupně, je stabilizován odporem v emitoru T_1 $220\ \Omega$ a odporem $12\ k\Omega$ v bázi tranzistoru T_1 . Teplotní stabilitu koncového stupně zajišťují odpory $56\ \Omega$ v kolektoru T_2 a emitoru T_3 . Pro zmenšení zkreslení by bylo možné zavést zpětnou vazbu (např. paralelním členem $RC - 27\ k\Omega, 470\ pF$) na bázi T_1 . Horní mezní kmitočet lze do jisté míry ovlivnit změnou kondenzátoru $390\ pF$ v bázi T_1 (při uvedené velikosti je asi kolem $20\ kHz$). Kondenzátor nelze vypustit, neboť zesilovač by se rozkmital na vysokých kmitočtech. Napěťové zesílení zesilovače je dáno zesílením tranzistoru T_1 . Výstupní výkon zesilovače je větší než $3\ W$ a závisí na párování T_4 a T_5 . Pro výstupní výkon $300\ mW$ je kmitočtová charakteristika $60\ Hz$ až $20\ kHz, \pm 3\ dB$. Vstupní napětí pro výstupní výkon asi $300\ mW$ je $67\ mV$, proto zesilovač potřebuje k plnému vybuzení ještě předzesilovač (s výstupním odporem asi $1\ k\Omega$ pro dobré impedanční přizpůsobení ke vstupu tohoto zesilovače).

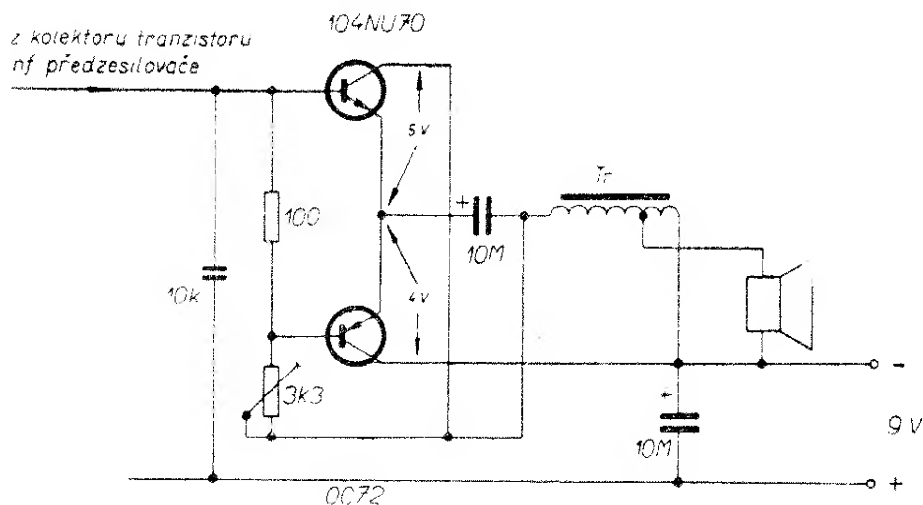
Abychom i při použití reproduktorů s menší impedancí mohli využít dobrých vlastností zesilovačů bez transformátorů, zapojuje se výstupní transformátor koncového zesilovače jako autotransformátor. Podle druhu zapojení se volí pro dobré impedanční přizpůsobení výstupního obvodu a reproduktoru odbočka na vinutí transformátoru. Kmitočtové vlastnosti takového zapojení (obr. 34) jsou v praxi shodné s vlastnostmi zapojení na obr. 32. Takto je zapojen např. nf zesilovač čs. přijímače Zuzana; výstupní autotransformátor je také v současné době k dostání v prodejně Radioamatér v Praze.

Pro úplnost uvádíme ještě na obr. 35 a 36 zapojení korekčních členů pro úpravu kmitočtového průběhu signálů. Korekční členy se zapečují obvykle za první zesilovací stupeň nf zesilovačů. Na obrázcích jsou dvě typická zapojení, z nichž např. v zapojení na obr. 35 se potenciometrem P_1 regulují hloubky a potenciometrem P_2 výšky, přičemž kmitočty, od nichž jsou ostatní kmitočty potlačovány, popř. zdůrazňovány, jsou $500\ Hz$ a $5000\ Hz$. Jiné uspořádání obvodu regulace barvy tónu je na obr. 36.

K úpravě kmitočtové charakteristiky zesilovače se používají i jednoduchá zapojení, jako např. na obr. 37, která zdůrazňují některé části přenášeného pásma kmitočtů. Např. pro zdůraznění hloubek slouží obvod $0,1\ M\Omega$ a $2,2\ nF$ mezi bázi a kolektorem tranzistoru. Tímto obvodem se zavádí napěťová zpětná vazba, která pracuje tak, že pro nízké kmitočty je reak-

Obr. 34. Přizpůsobení impedance zatěžovacího odporu impedanci koncového stupně

(Horní tranzistor má být správně 104NU71)



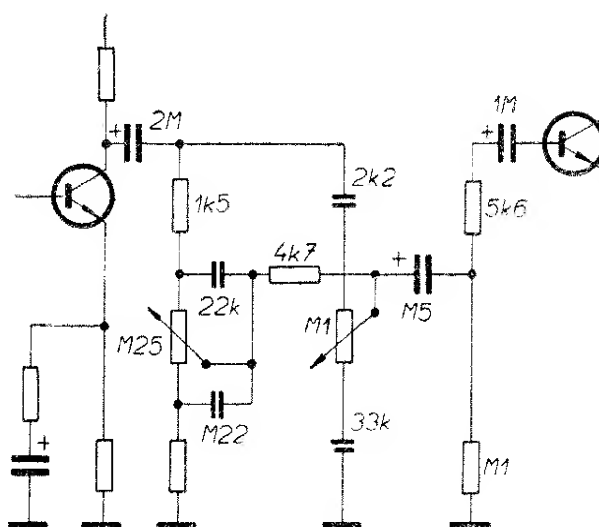
$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Zařazení kmitočtových korekcí však vždycky vyžaduje další zesilovací stupně, které nahrazují ztráty vznikající na korekčních členech.

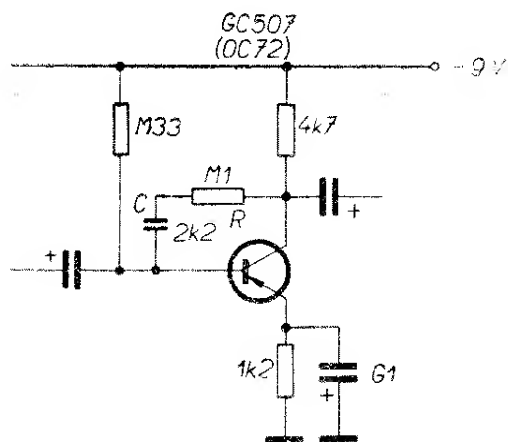
Rozhlasové přijímače

Krystalky s nízkofrekvenčním zesilovačem

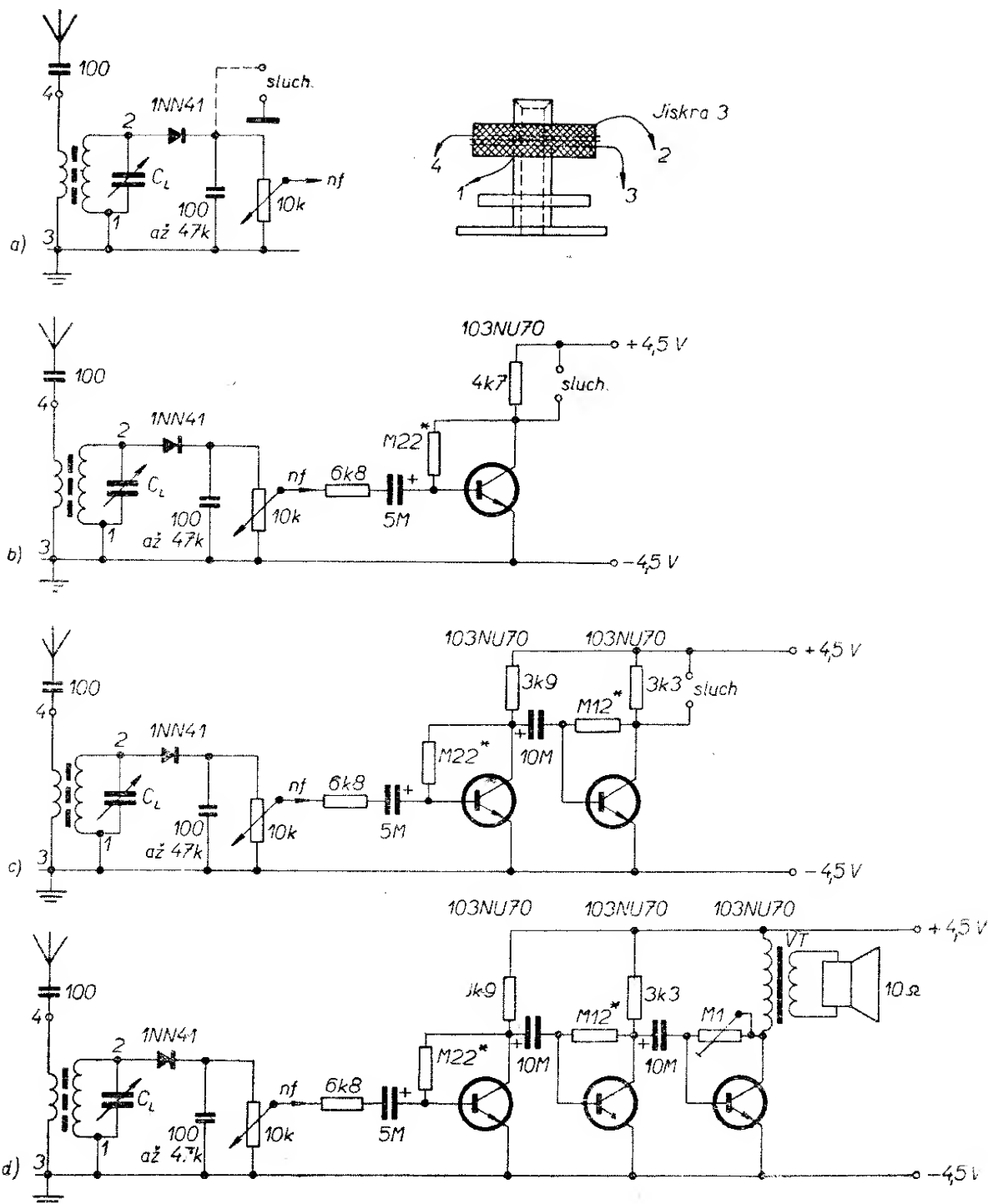
Nejjednodušší zapojení krystalky s možností poslechu na sluchátka je na obr. 38a. Skládá se ze vstupního laděného obvodu, na který se přivádí signál z antény vazebním vinutím (vývody vazební cívky jsou označeny 3 a 4). Otáčením ladicího kondenzátoru se mění rezonanční kmitočet laděného obvodu a tím lze přijímat stanice pracující na různých kmitočtech.



Obr. 36. Jiné zapojení korekčního stupně



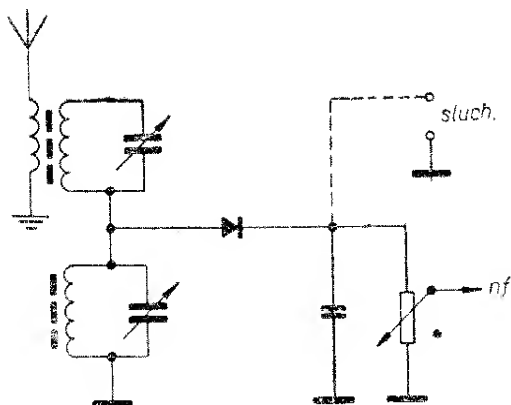
Obr. 37. Zdůraznění hlubokých tónů napěťovou zpětnou vazbou



Obr. 38. Základní zapojení krystalky (a), zapojení s jedním nf tranzistorem (b), s dvou-
stupňovým nf zesilovačem (c) a třístupňovým nf zesilovačem a reproduktorem (d)

Výhodnější by bylo odebírat signál z laděného obvodu z odbočky na cívce, neboť pak by nebyl vstupní obvod tolik zatlu-
men a krystalka by byla selektivnější; vyladění stanic by bylo ostřejší a při příjmu jedné stanice by nebyly ostatní (většinou to bývá ještě alespoň jedna)

slyšet. Ze stejného důvodu by bylo možné připojit diodu na zvláštní vazební vinutí, umístěné na cívce laděného obvodu nebo vedle ní. Různým počtem závitů tohoto vazebního vinutí by bylo možné získat buďto silnější příjem s menší selektivitou, nebo slabší příjem s větší selektivitou.



Obr. 38e. Zapojení krystalky s odlaďovačem

Jako vstupní cívka byla ve vzorku použita středovlnná cívka pro krystalky, kterou vyrábělo družstvo Jiskra pod označením Jiskra 3. Její schematický náčrtek s očíslovanými vývody je na obr. 38a. Místo této cívky lze samozřejmě použít jakoukoli jinou středovlnnou cívku. Nejvhodnější by byla taková, která by měla několik odboček na laděném vinutí; pak by bylo možné různými kombinacemi připojování vnější antény a detekční diody zkoušet, jak spolu souvisí hlasitost reprodukce a selektivita.

Ladící kondenzátor může být jakýkoli, vzduchový nebo s dielektrikem z plastických hmot, který bývá menší a dá se také snadněji opatřit. Nejvhodnější kapacita je kolem 400 pF; ta nám zaručí, že s použitím uvedené cívky můžeme např. v okolí Prahy zachytit signál obou silných českých vysílačů – Prahy a Československa I. Vhodný je např. miniaturní ladící kondenzátor WN70400 o kapacitě 380 pF.

Detekční dioda slouží k usměrnění vysokofrekvenčního signálu, který přijímáme anténou. K detekci lze použít jakoukoli diodu z řady 1NN40 až 7NN41, nebo ze starých zásob i krystal galenitu s drátkem a kloubem, jaký se prodával ke stavbě krystalek po válce, než se objevily brotové diody. Princip činnosti zůstává však stejný.

Kondenzátor, který je připojen za diodou, slouží k filtraci usměrněného vf signálu – svádí k „zemi“ zbytky vysokofrekvenčního napětí, které propustila detekční dioda. V tomto zapojení nezáleží na tom, kterým koncem diodu připojíme k laděnému obvodu a kterým na filtrační kondenzátor a sluchátka. Kdybychom ji chtěli

připojit podle obrázku, musíme její katodu, která bývá označena barevným proučkem, připojit ke sluchátkům.

Stačí-li nám poslech na sluchátka (2000 až 4000 Ω , ne miniaturní sluchátka z tranzistorových přijímačů s menší impedancí), připojíme je do místa, které je označeno čárkovaně, a druhým pólem do bodu, v němž jsou spojeny spodní konce filtračního kondenzátoru, ladícího kondenzátoru a obou cívek, vazební i ladící. Tomuto bodu se říká zem nebo společný bod zapojení. Bude-li poslech příliš slabý, můžeme použít k zesílení signálu krystalky jedno- nebo vícecestupňový tranzistorový zesilovač (obr. 38b, c, d). V tom případě regulujeme hlasitost signálu potenciometrem 10 k Ω .

Zatím se však ještě vrátíme k základnímu zapojení. Chceme-li zapojení modernizovat, nebo nemáme-li možnost udělat si dobrou anténu a uzemnění, které jsou k vyhovující činnosti krystalky třeba, můžeme použít feritovou anténu, na kterou navineme podle kapacity ladícího kondenzátoru asi 60 až 90 závitů vysokofrekvenčním lankem nebo lakovaným drátem o průměru kolem 0,1 mm. To bude ladící vinutí a počet jeho závitů bude tím větší, čím menší je kapacita ladícího kondenzátoru. Na vinutí uděláme několik odboček pro připojení detekční diody a případné připojení antény (v tomto případě vyhoví jako anténa i několik metrů jakéhokoli drátu). Nejsilnější příjem při dobré selektivitě zjišťujeme pak připojováním diody a antény k různým odbočkám.

Chceme-li si pořídit náhradu za rozhlas po drátě a poslouchat jen jednu místní stanici (což je u krystalky velmi vhodné), můžeme nahradit otočný kondenzátor pevným kondenzátorem a stanici přesně vyladit otočením jádra v cílce nebo po-

souváním cílky po feritové tyčce. Kapacitu pevného kondenzátoru lze pro libovolný vysílač a pro popisované středovlnné cívky zjistit z jednoduchého vztahu



$$C = \frac{(\text{vlnová délka přijímané stanice})^2}{648}$$

Pro Prahu (vlnová délka 470,2 m) je potřebná kapacita $C = \frac{470,2^2}{648} = 345 \text{ pF}$,

pro Československo I s vlnovou délkou 233,3 m je C asi 85 pF. Výhodné je použít pevné slídkové kondenzátory s okénkem, jejichž kapacitu lze odškrábáváním měnit ve značném rozsahu. Vhodnou velikost kapacity kondenzátoru lze získat i paralelním nebo sériovým spojením dvou kondenzátorů – při paralelním spojení se kapacita obou kondenzátorů sčítá, pro sériové zapojení je vhodné použít k určení výsledné kapacity tabulku 5.

Dalšího zlepšení příjmu můžeme dosáhnout použitím tzv. odlaďovače. Jde vlastně o stejný laděný obvod (cívka a kondenzátor), jako je na obr. 38a; připojíme jej k dosavadní krystalce podle obr. 38e. Při ladění stanic postupujeme tak, že nejprve vyladíme horním laděným obvodem žádanou stanici a pak dolním odladíme stanici, která příjem žádané stanice nejvíce ruší.

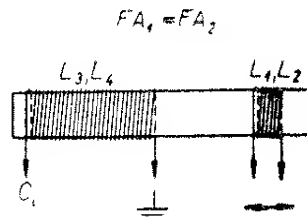
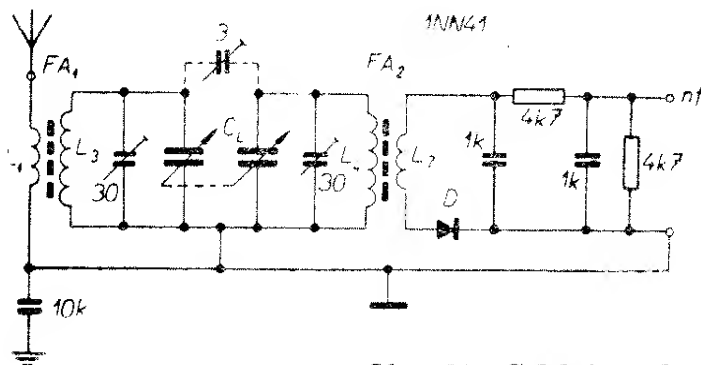
Podle síly signálu místní stanice můžeme ke krystalce přidávat nízkofrekvenční zesilovač s jedním nebo více tranzistory. Schéma pro jednotlivé případy je na obr. 38b, c, d. K napájení použijeme jednu plochou baterii, tranzistory mohou být libovolné; zkreslení a hlasitost můžeme ovlivňovat u jednostupňového zesilovače změnou odporu 0,22 MΩ v bázi tranzistoru (označen hvězdičkou), stejně jako u ostatních zesilovačů. I u těchto více-
stupňových zesilovačů však musíme použít sluchátka s velkým odporem 2000 až 4000 Ω a nikoli miniaturní sluchátko pro tranzistorové přijímače.

Na obr. 38d je zapojení krystalky s tří-
stupňovým zesilovačem a reproduktorem. Nesmíme očekávat, že reproduktor bude hrát stejně hlasitě jako u běžného přijímače. Hlasitost reprodukce bude záviset na výstupním transformátoru a síle signálu, kterou dodává vstupní obvod. Vhodný transformátor pro toto zapojení je např. výstupní transformátor pro jednočinné koncové zesilovače družstva Jiskra VT37, nebo i transformátor vlastní výroby na jádře o průřezu 0,3 cm². Primární vinutí bude mít 600 závitů drátu o Ø 0,1 mm CuP a sekundární 100 závitů drátu o Ø 0,3 mm CuP.

Jako přijímač rozhlasových pořadů je dnes již krystalka přece jen zastaralá, výborně však poslouží k základnímu seznámení s přijímací rozhlasovou technikou. I vyspělejší čtenáři však mohou krystalku použít k účelu, kde plně vyhoví především šířkou přijímaného pásma a přijímají bez poruch – při nahrávání na magnetofon. K tomuto účelu se velmi dobře hodí zapojení, které si popíšeme.

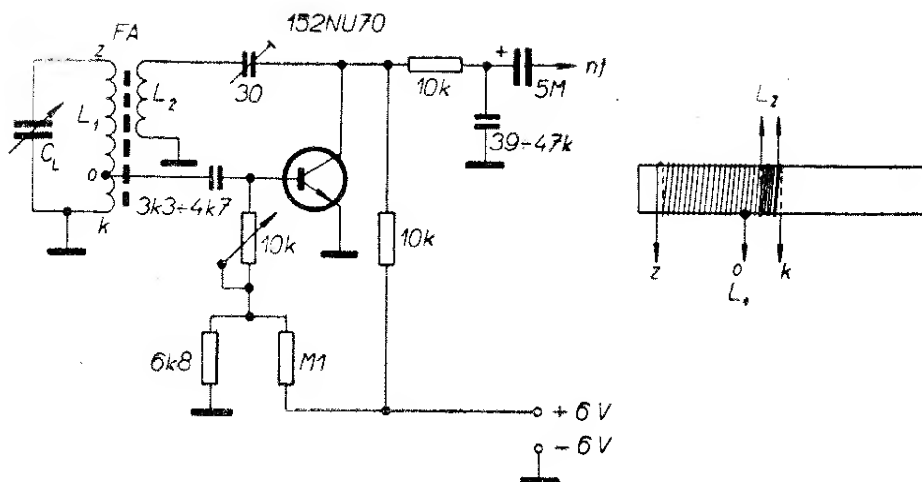
Selektivní krystalka s „pásmovou propustí“

Velmi dobrý, nezkreslený a nerušený příjem poskytne ve spojení s jakostním nf zesilovačem krystalka podle obr. 39. Jde v podstatě o dva kapacitně vázané obvody, které se ladí dvojitém ladicím kondenzátorem. S nf zesilovačem (např. podle obr. 32) dosáhneme značné hlasitosti, i když nevyužijeme možnosti připojit venkovní anténu a uzemnění. Podmínkou správné činnosti je, aby obě feritové antény byly navzájem vzdáleny asi 10 cm, aby ležely rovnoběžně a aby kondenzátor,



Obr. 39. Selektivní krystalka

Obr. 40. Audion –
detekční stupeň
s kladnou zpětnou
vazbou



který váže oba obvody (3 pF, na obrázku čárkovane) měl co nejmenší kapacitu, neboť v tom případě je vazba mezi obvody volná a dosáhneme dobré selektivity. Je také třeba dbát, aby v blízkosti feritových antén nebyl žádný rozměrný kovový předmět, který by zmenšoval jejich jakost a tím i selektivitu vstupního obvodu.

Cívky umístíme na feritové anténě podle obrázku. Jejich posouváním lze měnit hlasitost přijímaného signálu i selektivitu (ve spojení s doladovacími trimery ladicího kondenzátoru a vazebním kondenzátorem). Indukčnost ladicích cívek je asi 300 μ H, kapacita ladicího kondenzátoru 2×380 pF. Ladicí vinutí na použitém feritovém trámečku má 75 až 80 závitů lankem $10 \times 0,05$ mm, vazební vinutí 20 až 40 závitů stejným lankem. Doladovací trimr je hrníčkový kondenzátor s maximální kapacitou 30 pF. Cívky obou feritových antén mají stejný počet závitů.

Nahrávky na magnetofon pořízené tímto zařízením jsou – vzhledem k tomu, že jde o střední vlny – velmi dobré.

I když jsou tato a podobná zapojení celkem zajímavá a poskytují širokou možnost experimentování, přece jen svou jednoduchostí a výkonem většinu zájemců neuspokojí. V takovém případě se většina začátečníků uchyluje ke stavbě různých přímozesilujících přijímačů s laděnými vf zesilovači, reflexních přijímačů atd. Tyto přijímače však mají velké nevýhody, na nichž většina zájemců ztroskotá. Pro běžnou potřebu mají složité ovládání, jejich vlastnosti se velmi mění v závislosti na poloze součástek, nastavení je často

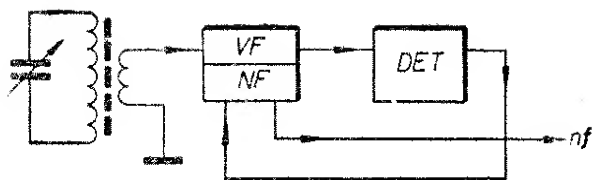
velmi složité a složit takový přijímač do malé skříňky je někdy téměř nemožné pro vznik různých vazeb, které nejdou při stěsnané montáži odstranit a projevují se hvízdáním v některé poloze ladicího kondenzátoru nebo po celém přijímaném rozsahu. Přes všechny nevýhody jsou však stále vyhledávány, proto uvedeme stručně i zapojení několika přijímačů tohoto druhu.

Přijímače s přímým zesílením

Přijímače, které mají podstatně lepší vlastnosti (především selektivitu a zesílení) než krystalka, můžeme rozdělit do dvou skupin. Do první patří přijímače s přímým zesílením, tj. audiony a reflexní přijímače, druhou tvoří tzv. superhety.

Audiony i přijímače se zpětnou vazbou dosahují dobrých vlastností tím, že část signálu, který zpracovávají, se přivádí zpět z výstupu na vstup vf zesilovacího stupně a je znovu zesílena – tomuto způsobu zpracování signálu se říká zpětná vazba. Přičítá-li se zpětnovazební signál ke vstupnímu, je zpětná vazba kladná, v opačném případě mluvíme o záporné zpětné vazbě. U audionů jde vždy o kladnou zpětnou vazbu, zápornou zpětnou vazbu potřebujeme např. u nízkofrekvenčních zesilovačů. Záporná zpětná vazba vždy zmenšuje zesílení.

Příkladem zapojení zpětnovazebního přijímače je detekční stupeň s kladnou zpětnou vazbou na obr. 40. Vstupní signál přichází z laděného obvodu L_1 , C_L (z odbočky cívky) na bázi tranzistoru přes



Obr. 41. Blokové schéma reflexního přijímače

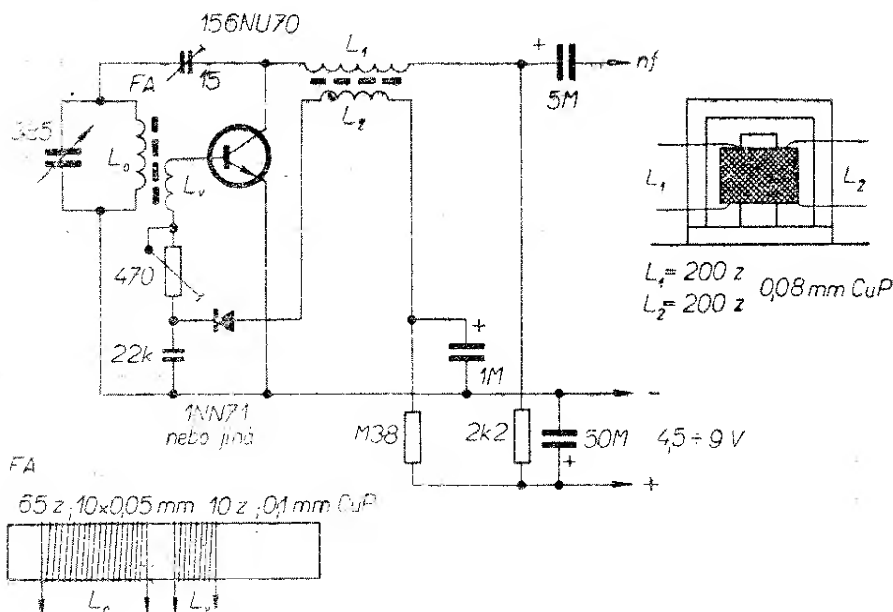
kondenzátor 3,3 nF a je usměrňujícím účinkem přechodu emitor-báze detekován. Signál po detekci je tranzistorem zesílen. Na kolektoru je ovšem nejen signál po detekci, ale i zbytky vf signálu, které jsou pomocí zpětnovazebního obvodu (kondenzátorový trimr-cívka L_2) přivedeny znovu na laděný obvod (indukcí) a jsou znovu zesíleny tranzistorem. Vhodná velikost zpětné vazby se upravuje nastavením kondenzátorového trimru a změnou počtu závitů cívky L_2 .

Odporovým trimrem v bázi tranzistoru se nastavuje pracovní bod. Při jeho nastavování se snažíme dosáhnout největší hlasitosti při nezkresleném signálu. Kondenzátor 39 až 47 nF na výstupu stupně filtruje nf napětí od zbytků vf signálu. Přes elektrolytický kondenzátor 5 μ F se přivádí nf signál do nf zesilovače.

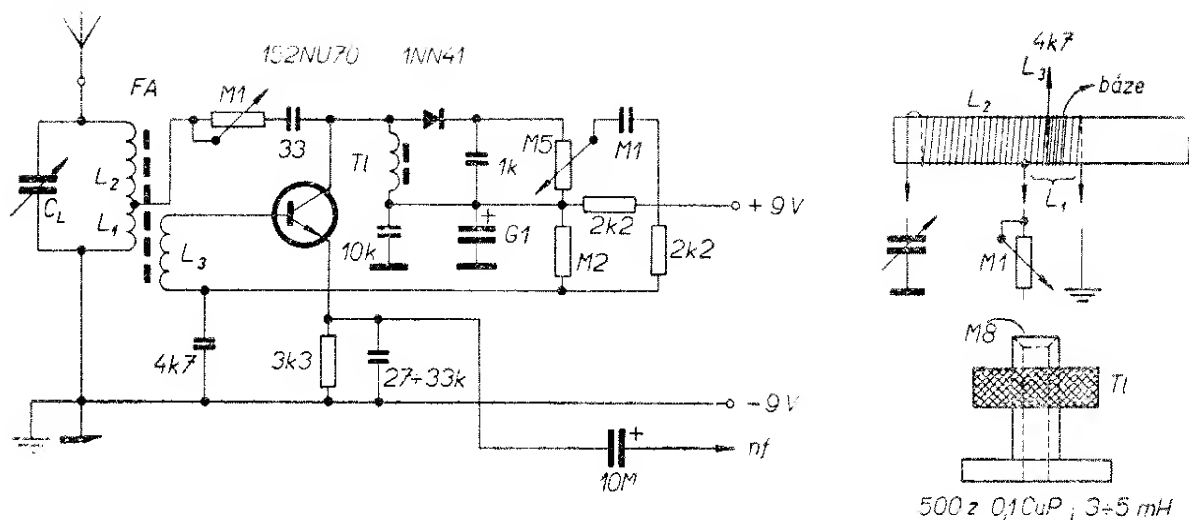
Pro nastavení zpětné vazby platí, že čím více závitů má cívka L_2 , tím menší může být kapacita zpětnovazebního kapacitního trimru. Činnost závisí na správném napájecím napětí; je-li

menší než 6 V, musí se znovu nastavit odporový trimr v bázi tranzistoru a zpětná vazba. Vinutí feritové antény je na obrázku. Cívka L_1 má 34 + 8 závitů vf lankem $15 \times 0,05$ mm, L_2 – 11 závitů stejným lankem. Nenasadí-li zpětná vazba, je třeba vzájemně prohodit vývody cívky L_2 , popř. zvětšit počet závitů až na 20. Ladičí kondenzátor je Tesla WN70400 o kapacitě 380 pF.

Ani audion nemá příliš velkou citlivost. Podstatně lepších výsledků lze dosáhnout při stejném počtu tranzistorů s reflexními přijímači. Blokové schéma reflexního přijímače je na obr. 41. V tomto zapojení slouží první tranzistor jednak jako vysokofrekvenční, jednak jako nízkofrekvenční zesilovač. Signál z laděného vinutí antény přichází na tranzistor, je zesílen a detekován diodou. Detekovaný signál se přivádí zpět na vf stupeň, který jej znovu zesílí. Vf stupeň pracuje tedy i jako nf zesilovač. Zapojení různých reflexních přijímačů jsou na obr. 42, 43, 44. Nejjednodušší přijímač je na obr. 42. Podrobně si činnost reflexního zapojení ukážeme na tomto přijímači, ostatní jsou jen obměnami tohoto základního zapojení. Signál z vysílače se dostává do přijímače vstupním laděným obvodem na feritové anténě. S bázi tranzistoru je vstupní obvod vázán indukčně vinutím L_v . Základní předpětí báze, určující spolu s napětím kolektoru pracovní bod tranzistoru, se přivádí z baterie přes odpor 0,38 M Ω a jde přes vinutí cívky L_2 a diodu. Lze je v malých



Obr. 42. Reflexní přijímač s neladěným vf transformátorem



Obr. 43. Reflexní přijímač s emitorovým sledovačem pro přizpůsobení vstupního odporu nf zesilovače vnitřnímu odporu detektoru

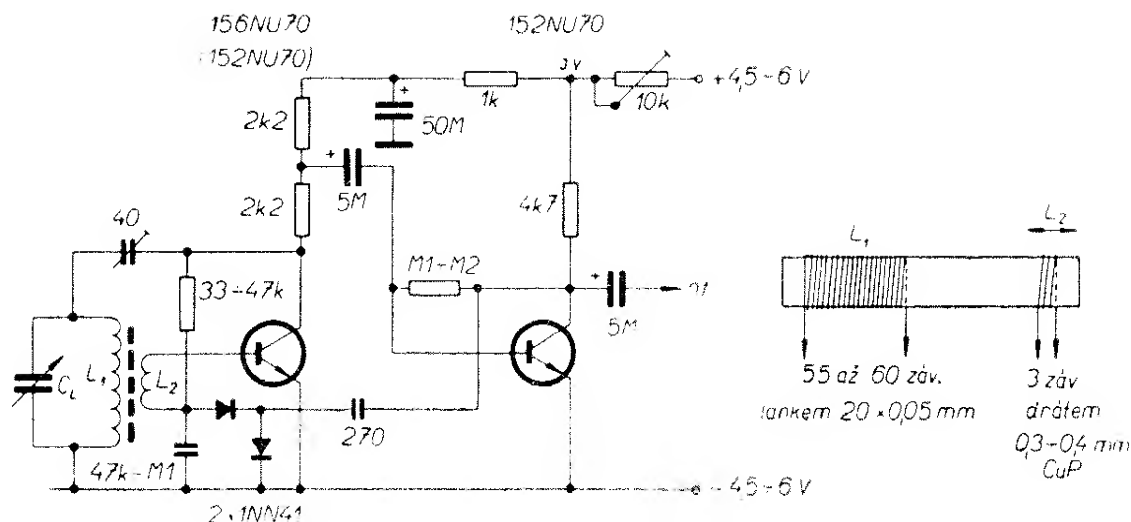
mezích měnit odporovým trimrem 470 Ω . Kondenzátor 22 nF uzavírá obvod emitor-báze pro vf, čímž se odstraňují zbytky vf signálu z nf signálu po detekci. V kolektoru tranzistoru je zapojena jednak cívka L_1 neladěného vf transformátoru, jednak kondenzátorový trimr, jímž se část zesíleného vf signálu přivádí zpět do vstupního obvodu. Zesílený vf signál se indukuje do vinutí L_2 , je detekován diodou a přichází znovu na bázi tranzistoru, který jej zesílí podruhé, nyní ovšem jako nf signál. V tomto případě záleží na zapojení detekční diody, jejíž katoda musí směřovat k bázi tranzistoru, jinak by byla dioda zapojena v nepropustném směru a báze by nedostávala stejnosměrné předpětí. Současně se předpětím pro bázi upraví režim diody, takže detekuje i slabé signály (využívá se lineární části její charakteristiky). Zesílený nf signál z kolektoru tranzistoru jde potom vinutím L_1 přes kondenzátor 5 μF na nf zesilovač.

Zapojení je jednoduché a na rozdíl od jiných reflexních přijímačů nemá žádné záludnosti. Jako neladěný transformátor L_1, L_2 vyhoví např. cívka v hrníčkovém ferokartovém jádře s uvedeným počtem závitů, přičemž téměř nezáleží na průměru drátu. Nejsnadněji se vinou cívky rukou, divoce. Nejdříve vineme cívku L_1 a potom na ni L_2 . Stejně dobře vyhoví i jiné jádro a také tolerance ± 20 závitů není na újmu funkce. Rovněž vyhoví jakékoli napájecí napětí v uvedeném rozmezí. Počet závitů feritové antény pro

ladící kondenzátor 380 pF je na obrázku. Má-li použitý ladící kondenzátor větší kapacitu než 380 pF, je třeba zmenšit počet závitů cívky L_0 , má-li kapacitu menší, musí být počet závitů větší. Počet závitů vazebního vinutí zůstane pravděpodobně stejný.

Zapojení na obr. 43 je v zásadě stejné, jen k řízení zpětné vazby slouží odporový trimr nebo potenciometr a velikost nf signálu lze ovlivnit změnou polohy běžce potenciometru 0,5 M Ω , který tvoří pracovní zátěž detektoru. Cesta signálu je volena tak, že vlastně nedochází k žádnému zesílení detekovaného nf signálu; vstupní tranzistor je pro detekovaný signál zapojen jako emitorový sledovač, který má jen přizpůsobit velký vnitřní odpor detektoru malému vstupnímu odporu nf zesilovače. Tranzistor pracuje pro nf v zapojení se společným kolektorem, neboť kolektor je pro nf signál (přes tlumivku Tl a kondenzátor 100 μF) vlastně spojen se zemí. Správným impedančním přizpůsobením dosáhneme téměř stejné velikosti nf signálu, jako kdyby ho vstupní tranzistor zesílil.

Pracovním odporem vf tranzistoru je tlumivka Tl , jejíž indukčnost je asi 3 až 5 mH; pro použití kostřičky s jádrem M8 je přibližný počet závitů 500 až 600. Feritová anténa má tyto cívky: L_1 20 závitů, L_2 55 závitů, obě vinutí vf lankem $10 \times 0,05$ mm, L_3 2 až 4 závity tlustším drátem asi o \varnothing 0,5 mm CuP. Umístění vinutí na feritovém trámečku je zřejmé



Obr. 44. Reflexní přijímač se zdvojovačem napětí detekovaného signálu

z obr. 43. Je vhodné vyzkoušet několik různých odboček a také počet závitů vazební vinutí; pro různé tranzistory mohou být různé. Toto zapojení je velmi náročné na správné nastavení.

Posledním příkladem zapojení reflexních přijímačů je upravené zapojení přijímače Micro-6 jedné anglické firmy (obr. 44). Přijímač je velmi citlivý i choulostivý při uvádění do chodu. Citlivost se získává především dvoustupňovým vf zesilovačem, dalším méně běžným obvodem je zdvojovač detekovaného signálu diodami 11N41 a také reflexní cesta je vlastně dvoustupňová, neboť signál je po detekci znovu zesilován prvním i druhým tranzistorem. Přijímač je určen pro napájení 3 V; použijeme-li plochou baterii, je třeba zařadit do přívodu napájecího napětí odporový trimr a napětí seřídít přesně na 3 V nebo o něco méně. Odpojem 33 až 47 k Ω v bázi prvního tranzistoru se při správném napájecím napětí seřizuje pracovní bod prvního tranzistoru, odpojem 0,1 až 0,2 M Ω pracovní bod druhého tranzistoru. Přijímač je velmi selektivní; pro dobré vyladění stanic je lepší rozměrnější vzduchový kondenzátor s převodem do pomalu.

Výstupní signál stačí vybudit běžný koncový stupeň s jedním tranzistorem ve třídě A.

Počty závitů cívek feritové antény jsou udány na obrázku. Zpětnou vazbu lze nastavit jednak počtem závitů cívky L_2 ,

jednak jejím posouváním po feritovém trámečku.

Citlivost přijímače je shodná s citlivostí běžného šestitransistorového superhetu.

Superhety

Levný superhet z výprodejních součástek

Při stavbě superhetů, u nichž se na rozdíl od přímo zesilujících přijímačů signál z antény nejprve mění na signál mf kmitočtu smísením se signálem oscilátoru a teprve pak se dále zesiluje, bývá největším problémem sehnat vhodná jádra a kryty na mezifrekvenční transformátory a na cívku oscilátoru. Většinou je třeba kupovat podle různých návodů cívky, které původně sloužily jiným účelům, pracně odstraňovat stará vinutí a vinout nová, přičemž ne vždy lze sehnat předepsaný drát na vinutí nebo kryty na cívky a je nutné různě improvizovat; obvykle však stavba na nedostatku těchto součástek ztroskotává.

Proto jsme se rozhodli postavit jednu konstrukci na ukázkou, jak lze z různých výprodejních součástek, které se občas na trhu vyskytují, udělat přijímač, který má sice jen průměrné vlastnosti, je však levný a dovolí i trochu laborování při

uvádění do chodu. Bezduché kopírování není totiž nikdy to pravé.

Vycházeli jsme z toho, že v pražské prodejně Radioamatér se již delší dobu prodávají součástky k několika přijímačům, jejichž výroba již dávno skončila a jejichž součástky jsou proto velmi levné. Jde o přijímače Mír, T58 (z něhož jsou v prodeji mf transformátory) a Doris, z něhož jsme použili ladící kondenzátor a cívku oscilátoru. Stejně dobře lze samozřejmě kombinovat i součástky z jiných přijímačů; obvod kmitajícího směšovače by například jistě šlo udělat i s cívku oscilátoru z přijímače Zuzana, která je také k dostání. Protože jsme měli k dispozici starou skříňku přijímače Mír, která je poměrně velká, nezáleželo nám na miniaturizaci a použili jsme proto vzduchový ladící kondenzátor a k napájení dvě ploché baterie, které se do skříňky pohodlně vejdou.

Do takové stavby se však může pustit jen ten, kdo se alespoň trochu vyzná v základních radiotechnických obvodech a má již ve stavbě přijímačů praxi.

Jde totiž např. o to, že přijímač Mír měl mf kmitočet 250 kHz; podle toho byly také navrženy mf transformátory. Měníč kmitočtu z Dorise je však určen pro mf kmitočet 460 kHz. Při úpravě jsme zvolili tu nejjednodušší cestu – změnili jsme proti původnímu zapojení paralelní kondenzátory mf cívek tak, aby jejich rezonanční kmitočet byl 450 kHz, i když jsme si uvědomovali, že se podstatně zmenší jejich již tak dost malý činitel jakosti (kromě jiného). Protože jsme však použili místo původních tranzistorů 153NU70, které mají velmi malý zesilovací činitel, podstatně lepší tranzistory 155NU70, zmenšilo se zesílení mf části jen nepatrně. Je však třeba pečlivě nastavit neutralizaci a pracovní body všech tranzistorů a velmi přesně přijímač sladit.

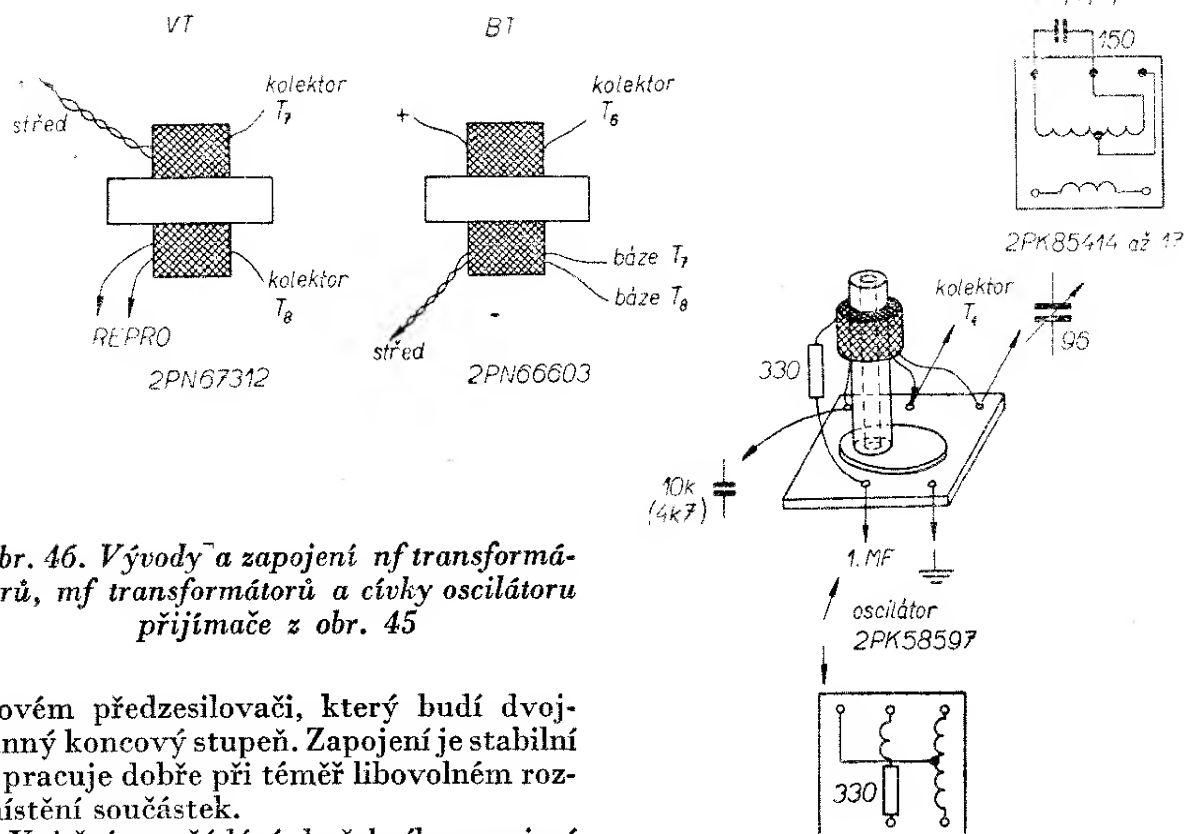
Ve výprodeji jsou i nf transformátory z přijímače Mír (po 10,— Kčs), takže jsme použili i ty, neboť nf zesilovač s transformátory má velmi malý odběr proudu při dostatečném zesílení i s tranzistory, které jsou dnes ze všech nf typů nejlevnější. Upozorňujeme jen na nutnost dokonalého párování koncové dvojice pro dobrou a nezkreslenou reprodukci.

Konečné zapojení přijímače je na obr. 45. Zapojení a vývody nf transformátorů jsou na obr. 46. Na stejném obrázku je i zapojení a objednací čísla mf transformátorů a cívky oscilátoru.

Popis zapojení

Vstupní laděný obvod tvoří vinutí feritové antény a kondenzátor 175 pF paralelně s doladovacím kondenzátorem 12 pF. Obvod je indukčně navázán vazebním vinutím feritové antény přes oddělovací kondenzátor 10 nF na bázi tranzistoru T_1 , který pracuje jako aditivní směšovač. Vhodné předpětí pro bázi tranzistoru se nastaví děličem 47 k Ω (0,1 M Ω) a 6,8 k Ω . Obvod oscilátoru se ladí kondenzátorem 96 pF v souběhu se vstupním obvodem. K obvodu oscilátoru patří i cívka L_o a doladovací kondenzátor 12 pF. Laděný obvod je přizpůsoben odbočkou impedanci obvodu emitoru, s nímž je vázán přes oddělovací kondenzátor 10 nF (4,7 nF). Zpětnovazební napětí potřebné pro správnou činnost oscilátoru se indukuje do cívky L_o z cívky L_v a jeho velikost lze měnit změnou sériového odporu 330 Ω v kolektoru T_1 . Tento sériový odpor zmenšuje i jakost cívky oscilátoru a současně odděluje první mf cívku od cívky oscilátoru. Vhodnou velikostí odporu lze získat přibližně stejnou amplitudu kmitů oscilátoru v celém kmitočtovém pásmu. O činnosti oscilátoru se lze nejlépe přesvědčit změřením oscilačního napětí na emitoru T_1 ; napětí se nesmí v celém kmitočtovém pásmu měnit (je u různých přijímačů v rozmezí asi 0,1 až 0,2 V). Pracovní bod je můstkově stabilizován.

Mf zesilovač je zapojen běžně. První dva mf transformátory jsou pro zlepšení stability (stupně nejsou neutralizovány) tlumeny odpory 0,1 M Ω . Z obvodu detekce je zavedeno zpět napětí AVC, která posouvá pracovní bod T_2 v závislosti na síle detekovaného signálu. Při malém zesílení nf zesilovače lze tlumicí odpor v druhém mf stupni vynechat a udělat neutralizaci. Detekovaný signál, zbavený vf složek kondenzátorem 33 nF, se vede do nf zesilovače. Tam je zesílen ve dvoustup-



Obr. 46. Vývody a zapojení nf transformátorů, mf transformátorů a cívky oscilátoru přijímače z obr. 45

novém předzesilovači, který budí dvojitý koncový stupeň. Zapojení je stabilní a pracuje dobře při téměř libovolném rozmístění součástek.

Vnitřní uspořádání zkušebního zapojení je vidět z fotografie na 2. straně obálky. Odporů a kondenzátorů jsou takové, jaké byly právě po ruce. Feritová anténa je na trámečku a má 90 závitů vf lanka $7 \times 0,05$ mm, vazební vinutí má 6 závitů. Pro napájecí napětí 6 V platí hodnoty součástek nf zesilovače v závorkách a odpadá odporový trimr 2,7 k Ω ve větvi kladného napětí pro mf zesilovač.

Sladování

Mf zesilovač. Spojíme vazební cívku vstupního obvodu dokrátka. Signální generátor připojíme přes kondenzátor asi 10 až 20 nF na bázi tranzistoru T_1 . Spojíme zem signálního generátoru se zemí přijímače. Paralelně k reproduktoru připojíme nf voltmetr. Signální generátor nastavíme na kmitočet 450 kHz, modulovaný 400 Hz do hloubky 30 %. Výstupní napětí generátoru nastavíme na výstupní nf výkon 10 mW (nf voltmetr bude ukazovat asi 220 mV při reproduktoru s impedancí 5 Ω). Předběžně naladíme všechny mf transformátory na maximální výchylku ručky výstupního měřiče (za sou-

časného zmenšování výstupního napětí generátoru, aby nf výkon nebyl větší než 10 mW), nastavíme správnou neutralizaci třetího a čtvrtého mf stupně a mf zesilovač přesně doladíme. Po nastavení zakápneme jádra mf cívek měkkým voskem. Citlivost mf zesilovače pro výstupní výkon 10 mW by měla být asi kolem 10 až 20 μ V.

Vstup a kmitající směšovač. Přijímač je ve stejném stavu jako při ladění mf zesilovače, jen ladící kondenzátor nastavíme na maximální kapacitu a signální generátor na signál o kmitočtu 527 kHz, modulovaný 400 Hz do hloubky 30 %. Otáčením jádra cívky oscilátoru nastavíme maximální výchylku ručky měřiče výstupního nf napětí. Pak nastavíme ladící kondenzátor na minimální kapacitu, signální generátor přeladíme na kmitočet 1625 kHz, modulovaný 400 Hz do hloubky 30 %, a trimrem 12 pF nastavíme opět maximální výchylku ručky měřiče nf napětí. Při sladování udržujeme výstupní výkon opět max. na 10 mW a celý postup opakujeme tak dlouho, až budou odchylky minimální.

pětí pro lepší detekci slabých signálů, nf zesilovač je bez transformátorů (obr. 47).

Popis zapojení

Vstupní laděný obvod se skládá z cívky na feritové tyčce, k níž je paralelně připojena jedna sekce dvojitého souměrného ladicího kondenzátoru 2×380 pF (WN70401). Pro dosažení souběhu je paralelně k ladicímu kondenzátoru doladovací kondenzátor 30 pF (hrníčkový trimr), k němuž je pro dosažení požadované kapacity paralelně připojen ještě pevný kondenzátor 22 pF. Vstupní obvod je se vstupním tranzistorem vázán indukčně pomocí vazebního vinutí v bázi, které je umístěno na feritové tyčce na cívce vstupního obvodu (asi 2 mm od studeného konce). Vstupní cívka má asi 65 závitů (na anténní tyčce o \varnothing 8 mm a délce 16 cm se zelenou tečkou) a vazební cívka asi 4 závity vf lankem $10 \times 0,05$ mm. Počet závitů je jen informativní; je pravděpodobné, že k dosažení optimálních výsledků bude třeba při použití méně jakostní feritové tyčky (s modrou nebo bílou tečkou) počet závitů vstupní cívky zvětšit.

Vstupní tranzistor pracuje jako kmitající směšovač, který aditivně směšuje signál ze vstupního laděného obvodu se signálem oscilátoru na mf signál. Vazba vstupní a vazební cívky je volena tak, že jednak vhodně přizpůsobuje vstupní obvod malé impedanci obvodu báze, jednak transformuje sestupně vlastní kapacitu báze tranzistoru. Pracovní bod vstupního tranzistoru je určen děličem v bázi (odpory 6,8 k Ω a 33 k Ω), který vytváří vhodné předpětí pro bázi.

Dalším laděným obvodem je obvod oscilátoru. Skládá se z cívky oscilátoru a paralelních kondenzátorů, ladicího a doladovacího (30 pF a 33 pF paralelně), ze sériového souběhového kondenzátoru 470 pF a oddělovacího kondenzátoru 10 nF, jímž je laděný obvod vázán s bázi vstupního tranzistoru. Impedance laděného obvodu je přizpůsobena menší impedanci báze odbočkou na cívce oscilátoru. Zpětnovazební napětí pro činnost oscilátoru se indukce do cívky oscilátoru z vinutí v kolektoru vstupního tran-

zistoru. Pracovní bod tranzistoru je s ohledem na teplotní změny stabilizován i odporem v emitoru (1,8 k Ω), blokován pro vysoké kmitočty kondenzátorem 47 nF.

Oba laděné obvody vstupního tranzistoru jsou s elektrodami tranzistoru vázány zcela volně, aby se změny dynamických parametrů tranzistoru při změnách napájecího napětí projevovaly co nejméně.

Za zpětnovazební cívku kmitajícího směšovače v kolektoru tranzistoru je signál mf kmitočtu přiváděn na první mf transformátor. Primární vinutí tohoto transformátoru je ke kolektorovému obvodu prvního tranzistoru přizpůsobeno tak, že je zapojeno mezi oddělovací filtr RC (680 Ω , 47 nF) a vazební vinutí oscilátoru, takže nezvětšuje počáteční kapacitu laděného obvodu oscilátoru. Indukcí se signál z primárního vinutí dostává na sekundární vinutí prvního mf transformátoru a na bázi prvního mf tranzistoru.

Primární obvod prvního mf transformátoru je podle síly přiváděného signálu tlumen paralelně zapojenou diodou, polarizovanou tak, že anoda je připojena na primární vinutí prvního mf transformátoru a katoda na primární vinutí druhého mf transformátoru. Předpětí pro správnou činnost diody je odvozeno z rozdílu stejnosměrných napětí mezi kolektorem tranzistoru kmitajícího směšovače a prvního mf tranzistoru. Aby vznikl co největší rozdíl napětí mezi kolektory těchto dvou tranzistorů (což je nutné k dobré činnosti tlumicí diody), je pracovní bod prvního mf tranzistoru úmyslně méně teplotně stabilizován, takže na jeho kolektoru vzniká velká amplituda kolektorového proudu v závislosti na napětí AVC z detektoru. Základní předpětí pro činnost tlumicí diody se nastavuje změnou odporu trimru 0,1 M Ω . Tlumicí dioda slouží k částečné regulaci zesílení v závislosti na síle zpracovávaného signálu; podle velikosti signálu se mění její předpětí a tím se více nebo méně tlumí primární obvod mf transformátoru.

První mf tranzistor je blokován kondenzátory 47 nF a 10 nF. První mf stupeň je vázán s dalším stupněm druhým mf transformátorem, z jehož primárního vinutí je zavedena neutralizace prvního

mf tranzistoru. K přizpůsobení impedancí tranzistoru a mf transformátoru je primární vinutí opatřeno odbočkou. Zapojení prvních dvou mf obvodů je běžné. K sekundárnímu vinutí třetího mf transformátoru je připojen obvod detekce s detekční diodou, filtračním kondenzátorem 10 nF a obvodem AVC. Detekční dioda má zavedeno předpětí přes odpor 4,7 kΩ, takže pracuje v lineární části charakteristiky. Řídicí napětí pro AVC se přivádí přes odpor 4,7 kΩ do obvodu báze prvního mf tranzistoru a je proti pronikání mf signálu filtrováno elektrolytickým kondenzátorem 10 μF.

Samočinná změna zesílení (AVC) nevzniká jen tlumením tlumicí diodou a zmenšením zesílení prvního mf tranzistoru v závislosti na zmenšení stejnosměrného proudu kolektoru, ale také proto, že zmenšením proudu kolektoru se zvětší vstupní a výstupní impedance prvního mf tranzistoru a tím se zhorší přizpůsobení tranzistoru a laděných obvodů.

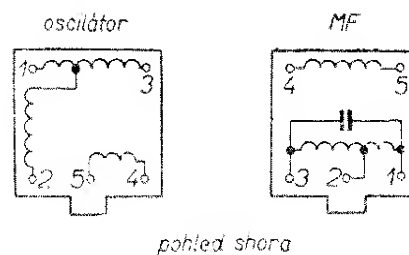
Primární vinutí mf transformátorů mají paralelní kondenzátory malých kapacit, a proto i značný rezonanční odpor. Neutralizace jednotlivých stupňů mf zesilovače je proto nutná, zvláště u tranzistorů s nižším mezním kmitočtem.

Nízkofrekvenční signál se po detekci a filtraci přivádí přes elektrolytický kondenzátor 10 μF na regulátor hlasitosti a z něho do nf zesilovače v dříve popsaném zapojení.

Konstrukce a součástky

Při stavbě přijímače jsme použili miniaturní odpory, keramické polštářkovité nebo trubičkové kondenzátory a doladovací kondenzátorové trimry běžného provedení. Ladicí kondenzátor je z přijímače Zuzana (2 × 380 pF). Tranzistory ve vf části přijímače jsou 0C170, v mf zesilovači lze použít i 0C169. Tlumicí dioda je typ GA203 nebo 5NN41. Detekční dioda je GA205, lze použít i GA201, 1NN41 apod.

Cívka oscilátoru je z přijímače Zuzana, objednáací číslo 1PK59012. Mf transformátory jsou z přijímače Dana, objednáací číslo 1PK85499 (první a druhý mf trans-



Obr. 48. Zapojení mezifrekvenčních transformátorů a cívky oscilátoru (pohled shora)

formátor) a 1PK85482 (třetí-mf transformátor). Jejich zapojení je na obr. 48. Potenciometr hlasitosti může být jakýkoli z některého novějšího čs. přijímače. Reprodaktor je vhodný větší, s impedancí 25 Ω.

Sestavení součástek na plošných spojkách je značně stěsnané. Vyskytnou-li se při uvádění do chodu nesnáze s kmitáním přijímače, lze zmenšit zesílení jednotlivých stupňů zařazením tlumicích odporů asi 470 Ω do kolektorů mf tranzistorů. Bude-li napětí oscilátoru příliš velké, lze je zmenšit zařazením odporu stejné hodnoty paralelně nebo do série s vazební cívkou oscilátoru v kolektoru tranzistoru kmitajícího směšovače. V žádném případě nesmíme vynechat ani jeden z filtračních elektrolytických kondenzátorů v rozvodu napájecího napětí, ani z blokovacích kondenzátorů v jednotlivých stupních mf zesilovače.

Všechny mf transformátory musí být dobře uzemněny; protože vzhledem ke stěsnanosti součástek není možné přivést zemnicí spoj na MF2 tak, aby kryt transformátoru mohl být uzemněn přímo, je třeba připájet na kryt drát a ten uzemnit. Očistí-li se kryt, dá se na něj v místě zbaveném zoxidovaného povrchu dobře pájet.

Plošné spoje pro tento přijímač byly navrženy tak, aby se na základní destičku dal později přistavět i vstupní obvod pro krátké vlny, popřípadě oscilátorová cívka dlouhých vln (obr. 49). Kdo tuto variantu vyloučí, může si snadno upravit plošné spoje tak, aby součástky byly rozloženy po celé ploše desky. Toho lze dosáhnout např. tím, že posuneme ladicí kondenzátor níž směrem k napájecí baterii a obvod oscilátoru umístíme nad něj. Tím bude

dostatek místa po celé šířce destičky pro mf zesilovač. Nebude-li někdo chtít napájet přijímač z baterií typu 223, může zúžit plošné spoje v nf zesilovači a dostane obdélníkový tvar celé destičky bez výřezu, jaký má destička na obr. 49.

Velmi důležité je umístění feritové antény. Nejvhodnější je vidět na obrázku na titulní straně, tj. pokud možno nejdále od fólie plošných spojů a od reproduktoru při zachování co nejkratších přívodů z cívek antény k obvodům na plošných spojkách.

Technické vlastnosti přijímače

Napájení: 9 V (tři baterie typu 223 rozestat a články umístit po třech ve dvou pouzdrech z tenké lepenky nebo jiného izolačního materiálu).

Odběr: naprázdno asi 14 mA, při plném vybuzení kolem 80 mA (závisí to především na tranzistorech v nf zesilovači).

Citlivost: lepší než 200 $\mu\text{V/m}$ při poměru s/š 10 dB i při horších tranzistorech.

Mf kmitočet: 455 kHz.

Selektivita: lepší než 26 dB pro rozladění ± 9 kHz.

Osazení: $3 \times 0C170$, GA203, GA205, 0C70 (0C71, 0C75), $2 \times 0C72$, 102NU71.

Mechanická konstrukce

Přijímač je vestavěn do dřevěné skříňky. Aby se do reproduktoru nedostal prach a smetl, je otvor pro reproduktor potažen zevnitř skříňky hustou tenkou tkaninou. Skříňku, umístění a uchycení reproduktoru jsme popsali v první části, stejně jako zhotovení držáku na baterie. Ovládací prvky (regulátor hlasitosti a kotouč ladicího kondenzátoru) jsou po stranách skříňky. Kotouč ladicího kondenzátoru je z organického skla, po jehož obvodu jsou vyvrtány mělké důlky a vyplněny barvou. Tyto body určují polohu ladicího kondenzátoru pro příjem místních stanic. Lze pochopitelně volit i jiný způsob indikace polohy ladicího kondenzátoru, např. podle kmitočtů apod. Na hřídeli ladicího kondenzátoru je kotouč připevněn šroubkem, pro který byl v zářezu hřídele ladicího kondenzátoru vyříznut závit. Při šroubování šroubu do

hřídele se obě poloviny hřídele poněkud roztahují a bezpečně upevňují ladicí kotouč. Upevňovací šroub je vhodné zajistit zakápnutím acetonovým lakem.

Potenciometr hlasitosti byl upraven; upevňovací očka pro přišroubování potenciometru na šasi byla ohnuta tak, aby rovina ovládacího kolečka byla rovnoběžná se šasi.

Protože deska s plošnými spoji je posazena téměř až na koš reproduktoru, upravili jsme destičku reproduktoru s pájecími nýtky pro připojení výstupu nf zesilovače tak, že přívody jsou nyní na opačné straně (vespod destičky) a celou destičku jsme přelepili leukoplastí.

Šasi drží ve skříňce na dvou distančních sloupcích, které jsou přilepeny a současně přišroubovány z přední strany skříňky. Ve středu každého distančního sloupku je otvor, do něhož je zalepena matice M3. Na odpovídajících místech v šasi jsou otvory a šasi je přišroubováno šroubky M3. Abychom zakryli hlavy šroubů připevňujících distanční sloupky, polepili jsme přední stěnu skříňky dýhou.

Další detaily konstrukce jsou zřejmé z obrázků a fotografií na obálkách. Zhotovení skříňky je poměrně pracné, avšak všechny potřebné materiály (letecká překližka, dýha a lepidlo Epoxy 1200) jsou běžně k dostání a odpadá starost s různými ozdobnými mřížkami apod. Přesto má přijímač pěkný, moderní vzhled.

Sladování přijímače

Zkontrolujte, je-li správné napájecí napětí (při zapnutém přijímači!) a na výstup přijímače připojte paralelně k reproduktoru nebo odpovídajícímu odporu střídavý milivoltmetr (Avomet na střídavém rozsahu). Zjistíte-li z grafu na str. 60,

jaké je napětí na reproduktoru při výkonu 50 mW a spojte pečlivě zemnicí vývody měřicích přístrojů, tj. generátoru zkušebního signálu a měřiče výstupního napětí



se zemí přijímače. Přijímač sladujte zásadně ve skřínce, s reproduktorem umístěným tak, jak bude umístěn při provozu přijímače, s regulátorem hlasitosti nastaveným na největší hlasitost.

Sladování mf dílu. Na bázi vstupního tranzistoru přivedeme z generátoru zkušebního signálu signál o kmitočtu 455 kHz, modulovaný 400 kHz do hloubky 30 %, přes kondenzátor asi 10 000 pF. Výstupní napětí generátoru nesmí být větší než napětí, při němž má přijímač na výstupu výkon 50 mW nebo menší. Tento výkon udržujeme na výstupu přijímače během celého sladování. Izolačním ladicím šroubovákem pak nastavíme jádra mf transformátorů na maximální výchylku ručky měřiče výstupního výkonu. Po hrubém sladění nastavíme potenciometrem 0,1 MΩ napětí na tlumicí diodě tak, aby paralelně k ní připojený stejnosměrný voltmetr s vnitřním odporem nejméně 0,5 MΩ ukázel asi 0,7 V (během nastavování odpojíme přívod vf napětí ze signálního generátoru, nebo alespoň zmenšíme děličem zkušební napětí na minimum). Po nastavení předpětí diody opakujeme celý ladicí postup tak dlouho, až jsou všechny transformátory naladěny. Současně můžeme kontrolovat nastavení neutralizačních kondenzátorů. Nakonec zakápneme jádra cívek voskem.

Sladování vstupního obvodu a obvodu kmitajícího směšovače. Signální generátor připojíme na sladovací rámovou anténu (popis na str. 24), vytočíme ladicí kondenzátor přijímače na největší kapacitu a nastavíme na signálním generátoru kmitočet 516 kHz, modulovaný 400 Hz do hloubky 30 %. Otáčením jádra cívky oscilátoru šroubovákem z izolační hmoty nastavíme maximální výchylku ručky měřiče výstupního výkonu. Přeladíme ladicí kondenzátor na minimální kapacitu a signální generátor na kmitočet 1620 kHz. Doladovacím kondenzátorem nastavíme opět maximální výchylku ručky výstupního voltmetru. Celý postup několikrát opakujeme, až jsou odchylky minimální, popřípadě až jsou výchylky při obojím nastavení ladicího kondenzátoru co největší.

Vstup naladíme tak, že signální generátor nastavíme na kmitočet 550 kHz

a přijímač na přiváděný signál. Posouváním cívky po feritové tyčce vyhledáme maximální výchylku ručky měřiče výstupního napětí. Totéž opakujeme na kmitočtu 1500 kHz – doladovacím prvkem je kondenzátorový trimr. Celý postup opakujeme tak dlouho, až odchylky v nastavení obou sladovacích bodů budou minimální. Cívku na feritové anténě i doladovací kondenzátor pak zakápneme voskem.

Někdy je vhodné po skončení sladování znovu zkontrolovat nastavení oscilátoru a případně je poopravit.

Přijímače VKV

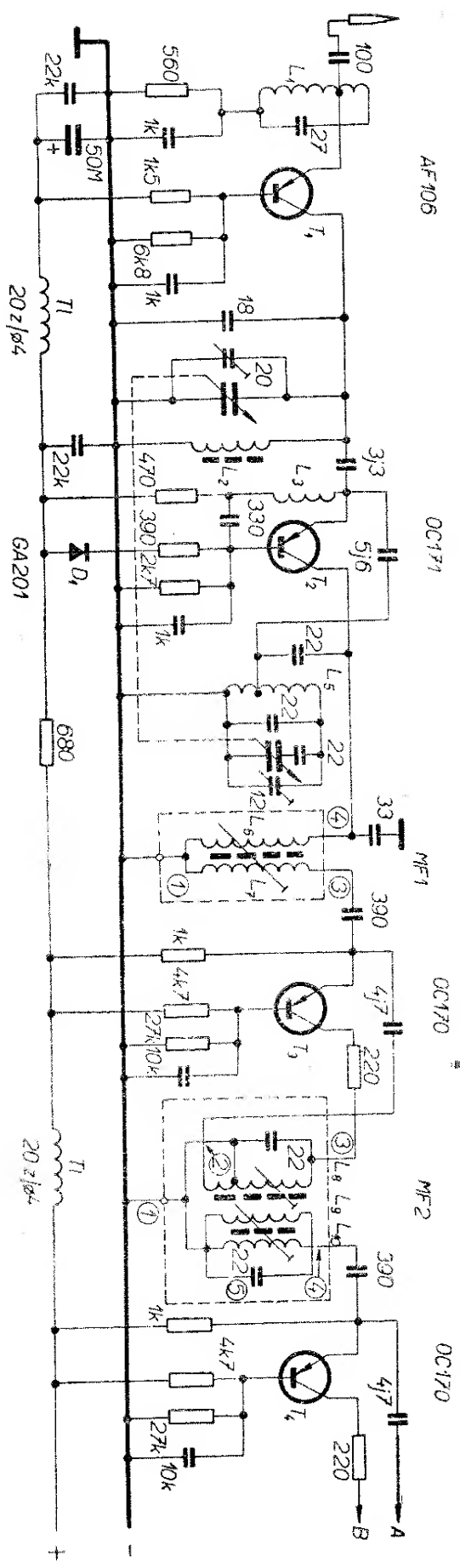
V této části popíšeme konstrukci dvou přijímačů VKV, jejichž zapojení a vlastnosti jsou zcela odlišné. První je přijímač s malou citlivostí, konstruovaný s mf dílem s tranzistory v zapojení s uzemněnou bází. Toto zapojení přináší některé výhody proti běžným zapojením s uzemněným emitorem a lze v něm využít i horších tranzistorů (pokud jde o mezní kmitočet).

Druhý přijímač je konstruován pro pozdější rozšíření o stereofonní dekodér, má velkou šířku pásma, dobrou citlivost a je určen pro provoz ze sítě jako tzv. tuner VKV, jak se v zahraničí běžně prodává.

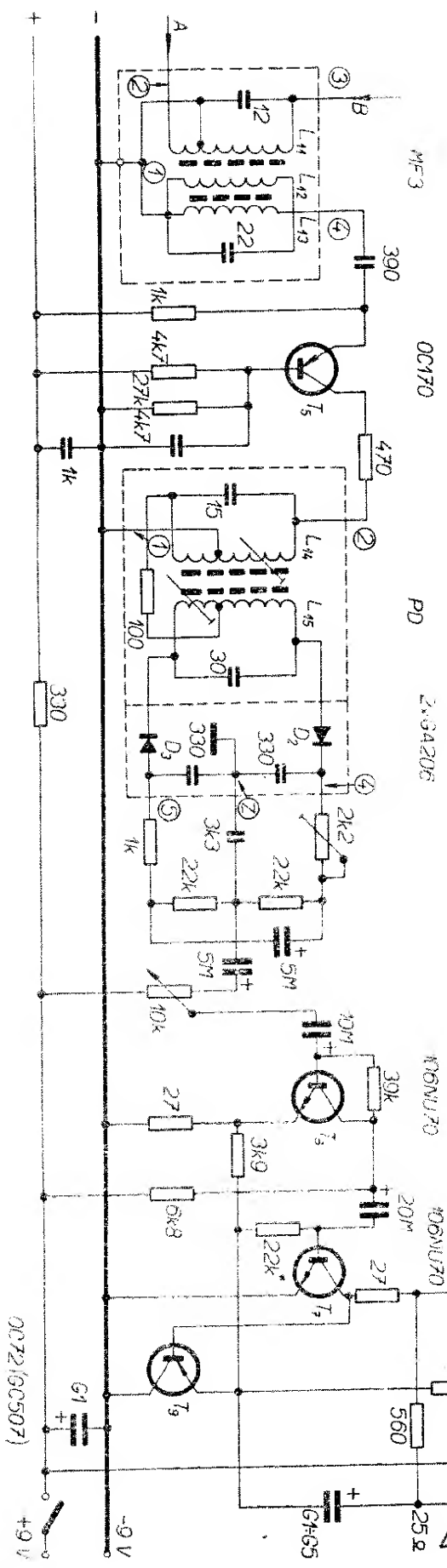
Jednoduchý přijímač VKV

Přijímač je vhodný pro místa se silným signálem. Je velmi jednoduchý a nenáročný na součástky (obr. 50). V úpravě s použitým mf zesilovačem a menším reproduktorem jistě vyhoví všem běžným nárokům na přenosný přijímač pro VKV s napájením z baterií.

Citlivost přijímače je lepší než 100 μ V pro normalizovaný odstup signál-šum 26 dB při naladění rozmítačem kmitočtu na požadovanou šířku mf pásma (kolem 200 kHz). Využijeme-li možnosti naladit přijímač na menší šířku pásma, lze citlivost podstatně zlepšit až asi na 10 μ V;



Obr. 50. Schéma jednoduchého přijímače VKV



tehdy však již začínají v reprodukci zkreslovat sykavky a vysoké tóny v hudbě. Přijímané kmitočtové pásmo je 65 až 73 MHz.

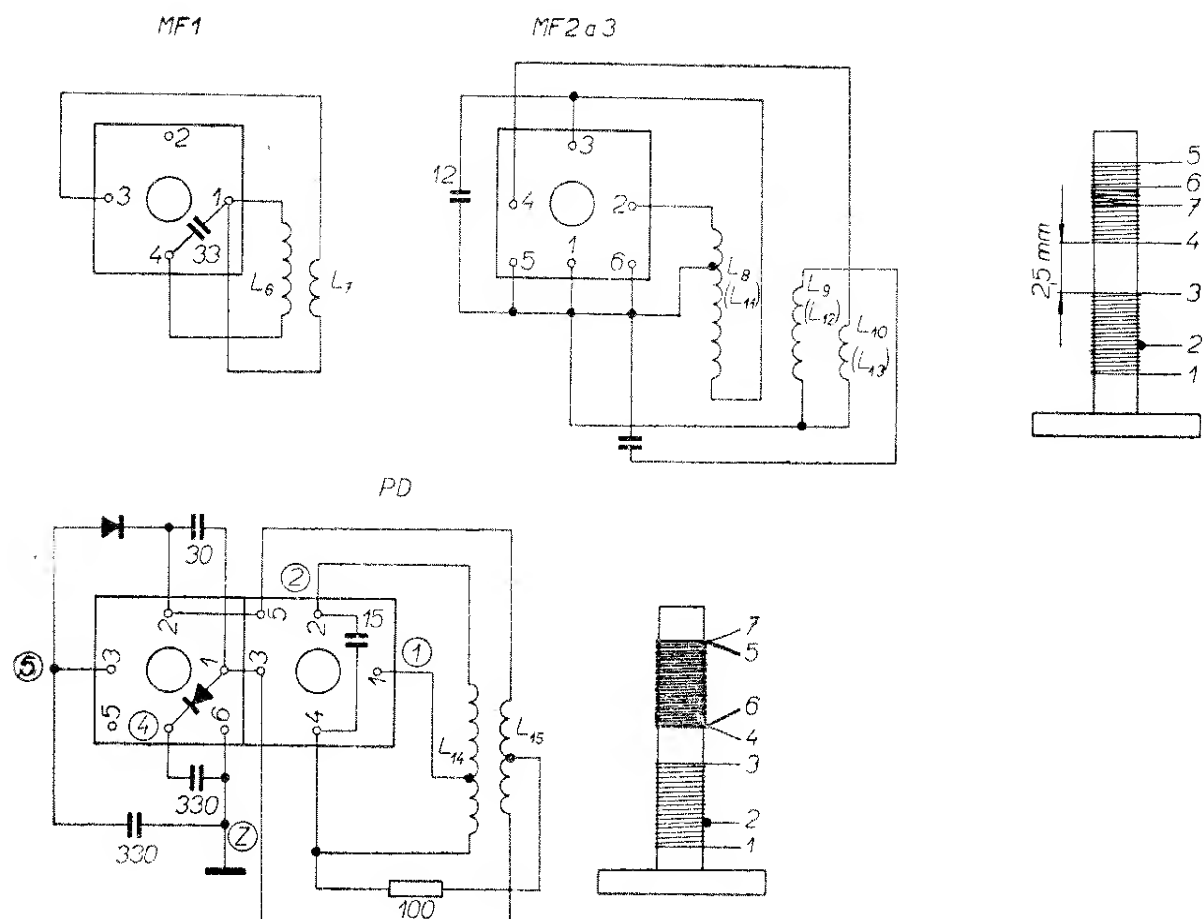
Ladicí díl. Vstup přijímače je upraven pro vysouvací prutovou anténu nebo souosý kabel 75 Ω . Jako vstupní vf zesilovač pracuje tranzistor AF106 (GF505), aby vstupní část měla co největší zesílení (obr. 50). Místo tohoto tranzistoru lze použít i vybraný kus 0C170. Při výběru je však třeba si uvědomit, že první zesílení přijímaného signálu obstarává právě tento tranzistor, proto jeho výběr musí být velmi přísný. Nemáme-li možnost změřit dostatečně přesně jeho vlastnosti, je třeba přímo v zapojení vyzkoušet několik tranzistorů. Na kmitající směšovač přijímače použijeme tranzistor 0C170 nebo 0C170vk (0C171). Na tomto tranzistoru závisí do jisté míry základní šum přijímače a správná funkce celého obvodu kmitajícího směšovače. Neobvyklá je v tomto zapojení stabilizace napětí báze oscilátoru, která pomocí diody GA201 zamezuje vysazování oscilátoru při poklesu napětí napájecí baterie. Místo diody GA201 lze použít i diodu 0A7. Celý ladicí díl VKV musí být odstíněn od ostatních obvodů přijímače. V ladicím dílu je i první mf transformátor, který je zapojen v kolektoru kmitajícího směšovače. Oscilátor a vstupní obvod je laděn změnou kapacity, použitý miniaturní duál 2×25 pF má dielektrikum z plastické hmoty a má objednací číslo WN70405 (z přijímače Monika, Mambo).

Cívky ladicího dílu VKV. Laděné cívky jsou vinuty na kostříčkách z výprodeje s feritovým jádrem M4. Tlumička v přívodu napájecího napětí má 20 závitů drátu o \varnothing 0,2 mm CuP a je vinuta samonosně na průměru 4 mm. Cívka L_1 má 2×3 závity drátu o \varnothing 0,5 mm CuP a je vinuta samonosně; její vnitřní průměr je 6 mm. Cívka L_2 má 3,5 závitů na kostře o průměru 5 mm drátem o \varnothing 0,8 mm CuAg. Cívka L_3 má 10 závitů drátu o \varnothing 0,3 mm CuP. Je vinuta samonosně a má vnitřní průměr 10 mm. Cívka L_4, L_5 má čtyři závity drátu o \varnothing 0,8 mm CuAg s odbočkou na $3 \frac{1}{3}$ závitů. Je vinuta na kostříčce o \varnothing 5 mm. Cívky prvního mf transformátoru jsou rovněž na

kostříčce o průměru 5 mm. Cívka L_6 má 32 závitů drátu o \varnothing 0,15 mm CuP a cívka L_7 tři závity drátu o \varnothing 0,2 mm CuPH (je navinuta na cívku L_6 u studeného konce – obr. 51).

Místo postříbřených měděných drátů lze samozřejmě použít i běžné dráty CuP, citlivost se však vlivem změny jakosti cívek poněkud zmenší. Závity prvního mf transformátoru klademe pokud možno těsně vedle sebe, aby vinutí nebylo příliš široké. Volně kladené závity s mezerami zhoršují vlastnosti cívek, zvětšují rozptyl a kryt cívku v takovém případě značně zatluje. Tranzistory v mf dílu jsou zapojeny se společnouází. Proti běžné používanému zapojení se společným emitorem má toto zapojení výhody i nevýhody. Značnou výhodou zapojení se společnouází je vyšší mezní kmitočet tranzistorů vzhledem k malé průchozí kapacitě kolektor-emitor. Nastavení neutralizace není choulostivé, zapojení je stabilní i při větších odchylkách od předepsaných hodnot součástek, především vazebních kondenzátorů. Nevýhodou je však menší výkonové zesílení na stupeň, které je pro stejný druh tranzistoru u běžného zapojení se společným emitorem větší asi o 10 dB. V zapojení se společnouází můžeme však použít i horší tranzistory z hlediska zpracovávání vysokých kmitočtů, pokud budou vyhovovat jejich statické parametry. Že dobře vyhoví i starší tranzistory 156NU70, o tom se můžeme přesvědčit jejich použitím v jednom nebo dvou stupních. V každém případě však vyhoví i tranzistor 0C169, určený původně k osazování mf zesilovačů s kmitočtem 10,7 MHz. Při zkoušení tranzistorů 156NU70 v mf obvodech nesmíme zapomenout, že je třeba změnit polaritu napájecího napětí.

Cívky mezifrekvenčního dílu. Oba mf transformátory (druhý a třetí) jsou stejné, první je v ladicím dílu. Zapojení a vývody cívek jsou na obr. 51. Transformátory jsou indukčně vázané pásmové propustě se třemi cívkami. Cívka L_8 (L_{11}) má 4 závity (pájecí kolíky 1, 2) a 45 závitů (2, 3) drátu o \varnothing 0,1 mm CuP, závity těsně vedle sebe. Cívka L_9 (L_{12}) má 36 závitů drátu o \varnothing 0,15 mm CuP (kolíky 4, 5) a cívka L_{10} (L_{13}) má mezi kolíky 6, 7 dva závity drátu



Obr. 51. Zapojení mf transformátorů, cívky oscilátoru a poměrového detektoru přijímače VKV (pohled shora)

o $\varnothing 0,2$ mm CuPH. Kryty mf cívek je třeba dobře uzemnit!

Poměrový detektor. Také zapojení poměrového detektoru není zcela běžné. Jde o tzv. zapojení s uzemněným ladicím středem, u něhož není nutné vazební vinutí. Vazbu zprostředkuje odpor $100\ \Omega$ v poměrovém detektoru. Odpor $22\ k\Omega$ paralelně k elektrolitickému kondenzátoru $5\ \mu F$ ovlivňuje časovou konstantu poměrového detektoru a slouží současně jako deconfáze (společně s kondenzátorem $3,3\ nF$). Vzhledem ke značné velikosti těchto odporů je omezovací schopnost a potlačení AM poměrového detektoru menší než u běžného zapojení s vazebním vinutím.

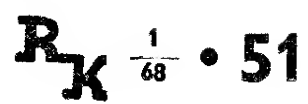
Cívky poměrového detektoru. Schéma zapojení je na obr. 51. Čísla v kroužcích odpovídají číslování ve schématu, ostatní čísla jsou pomocná pro snadnější výklad zapojení a označují jednotlivé pájecí ko-

líky. Cívka L_{13} má mezi pájecími kolíky 1, 2 15 závitů drátu o $\varnothing 0,15$ mm CuP a mezi kolíky 2, 3 22 závitů stejného drátu. Cívka L_{15} je vinuta bifilárně drátem o $\varnothing 0,15$ mm CuP a má 2×15 závitů. Připojení vývodů je zřejmé z obrázku.

Nf zesilovač je zapojen běžně a byl již popsán. Deska s plošnými spoji celého přijímače je na obr. 52.

Nastavení přijímače

Nastavení přijímače je shodné s nastavováním přijímače, který popíšeme dále. Budeme proto při nastavování postupovat podle návodu na str. 56. Protože však poměrový detektor přijímače, který budeme popisovat, je laděn rozmítačem kmitočtů, vysvětlíme si zde ladění poměrového detektoru signálním generátorem, které v tomto případě zcela vyhoví.



Obr. 52. Deska s plošnými spoji (obj. č. B09) přijímače VKV podle obr. 50

Ke sladování použijeme signální generátor, na němž nastavíme mf kmitočet 10,7 MHz. Ke sladování můžeme použít nemodulovaný nebo amplitudově modulovaný signál.

Nemodulovaný signál mf kmitočtu přivedeme přes oddělovací kondenzátor asi 100 pF na emitor posledního mf tranzistoru. Jako indikátor nastavení slouží elektronkový voltmetr, který při nastavování primárního obvodu poměrového detektoru připojíme paralelně k elektrolytickému kondenzátoru 5 μ F. Ladí se na maximální výchylku ručky voltmetru. Sekundární vinutí detektoru se ladí na minimální, popř. nulovou výchylku ručky elektronkového voltmetru, připojeného mezi nf výstup (před oddělovacím elektrolytickým kondenzátorem 5 μ F) a zem přijímače. Nejlépe vyhoví voltmetr s nulou uprostřed. Potlačení AM se nastaví odporovým trimrem 2,2 k Ω tak, aby po přivedení amplitudově modulovaného signálu mf kmitočtu, modulovaného 400 Hz do hloubky 30 %, na bázi tranzistoru, ukázala ručka měřiče výstupního nf výkonu (nf milivoltmetr) minimální výchylku. Zkušební napětí na výstupu z generátoru nesmí být větší než napětí, které vybudí přijímač na výstupní výkon max. 50 mW. Potenciometr hlasitosti je přitom vytočen na maximální hlasitost.

Při ladění amplitudově modulovaným signálem připojíme na výstup přijímače nf milivoltmetr, odpojíme jeden pól elektrolytického kondenzátoru poměrového detektoru a signál o kmitočtu 10,7 MHz přivedeme opět na emitor tranzistoru posledního stupně. Primární obvod poměrového detektoru nastavíme na maximální výchylku ručky výstupního měřidla. Pak připojíme elektrolytický kondenzátor a sekundární obvod nastavíme na minimální výchylku ručky výstupního měřidla. Postup několikrát opakujeme. Po naladění obou vinutí poměrového detektoru nastavíme ještě maximální potlačení AM změnou polohy běžce odporového trimru 2,2 k Ω . Výchylka ručky výstupního měřidla musí být minimální.

Laděním poměrového detektoru začínáme u přijímačů VKV vždy celý sladovací postup.

Jakostní přijímač VKV

Pro jakostní příjem kmitočtově modulovaných signálů na VKV se hodí jen citlivé přijímače s dobrým omezením signálu, jejichž šířka pásma je kolem 300 kHz (v každém případě by jako spodní hranice měla být šířka pásma 250 kHz). U mf zesilovače lze tento požadavek snadno splnit, u ladicího dílu však narážíme na zásadní nedostatek dobrých vzduchových ladicích kondenzátorů a také vhodných vf tranzistorů. I když s tranzistory GF505 lze dosáhnout dobrých výsledků po stránce citlivosti i šumových vlastností, jsme při konstrukci omezení relativně nízkým mezním kmitočtem. Ke zhotovení skutečně jakostního přijímače by bylo třeba dát na vstup tranzistor typu AF139, popř. AF239.

Musíme se však spokojit s tím, co je – a to znamená zvýšit napájecí napětí a zhotovit si ladicí kondenzátor. První nutný požadavek lze splnit snadno, i když to pravděpodobně bude znamenat postavit přijímač pro napájení ze sítě nebo z autolaterie. Druhý požadavek je pro většinu amatérů téměř nesplnitelný – lze však využít cesty do NDR a koupit např. ladicí kondenzátor do Fidelia (jako je tomu v našem případě). Nejvýhodnější by byl triál – s ním by bylo možné získat citlivost přijímače i kolem 1 μ V; s duálem je hranice (při použití našich tranzistorů) přes 2 μ V.

Výsledkem všech těchto úvah je popisovaná konstrukce přijímače VKV, který má velmi dobrý mf zesilovač (u něhož se výhledově počítá s možností stereofonního příjmu) a dobrý ladicí díl. Pokud by se na trhu objevil ladicí triál, dal by se jeho výměnou za duál řešit přijímač tak, aby byl vhodný i pro příjem VKV podle normy CCIR-G. Pro příjem našich vysílačů však velmi dobře vyhoví i duál.

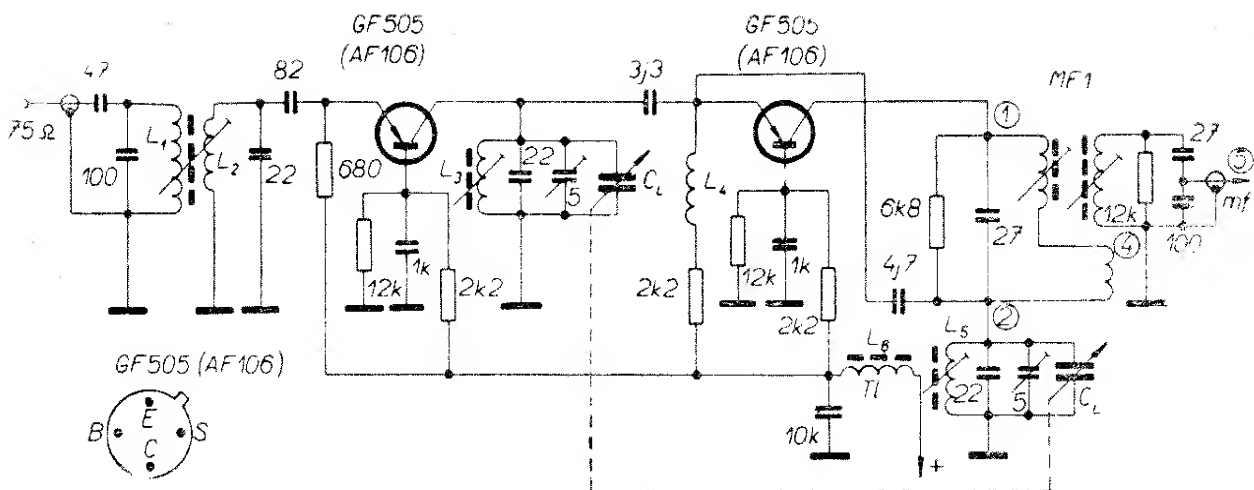
Technické vlastnosti přijímače

Citlivost: 2 μ V pro poměr signál-šum lepší než 26 dB.

Šířka pásma mf zesilovače: větší než 300 kHz.

Osazení: GF505 – 5 \times , 2-GA206.

Napájení: 12 V, 15 mA.



Obr. 53. Zapojení vstupní ladící jednotky jakostního přijímače VKV

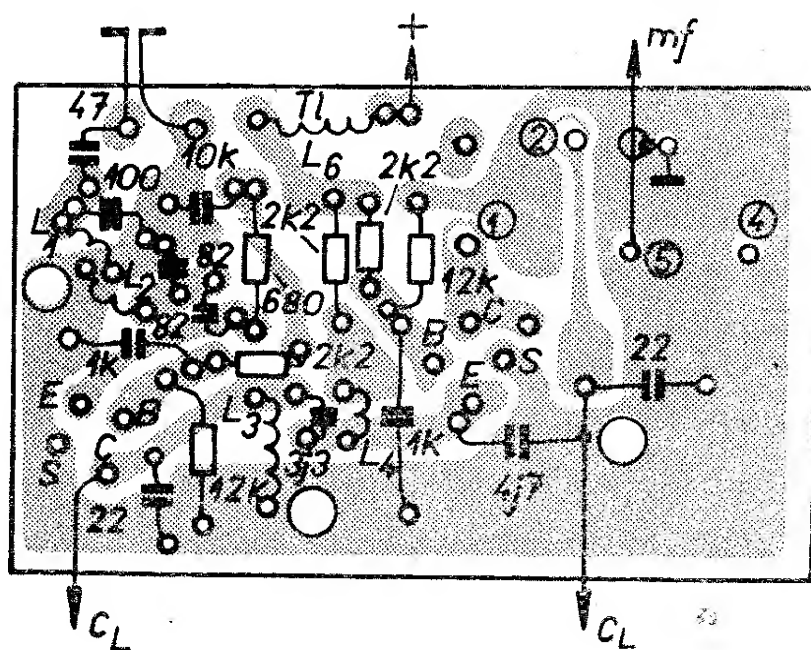
Výstup: nf výstup pro nf zesilovač (pro připojení magnetofonu k nahrávání by bylo vhodné opatřit výstup emitorovým sledovačem).

Popis zapojení

Vstupní ladící díl VKV je v běžném zapojení, jaké se dnes používá téměř na celém světě. Signál z antény se přivádí na vstup 75 Ω a přes vstupní laděný obvod na emitor prvního tranzistoru v zapojení se společnou bází, který pracuje jako vf zesilovač. Druhý tranzistor pracuje jako kmitající směšovač a mění signál místního oscilátoru aditivním smísením se vstupním signálem na signál o mf kmitočtu,

který je ještě před výstupem z ladící jednotky zpracován v prvním mf transformátoru. Celá ladící jednotka i s prvním mf transformátorem je konstruována jako jeden stavební celek a je pečlivě stíněna v krytu z pocínovaného plechu tloušťky asi 1 mm. Vývod na mf díl je ze sousedního kabelu a je na obr. 53 označen symbolem mf.

Mezifrekvenční zesilovač (obr. 55) je třístupňový. První mf zesilovač je osazen tranzistorem GF505 (AF106) a je buzen z kapacitního děliče sekundárního obvodu prvního mf transformátoru. Pracovní bod je stabilizován děličem z odporů 18 kΩ a 2,7 kΩ v obvodu napájení báze a odporem 680 Ω v obvodu emitoru, který je navíc



Obr. 54. Deska s plošnými spoji ladícího dílu z obr. 53 (obj. č. B10) a rozmístění součástek

blokován kondenzátorem 6,8 nF. V obvodu kolektoru je zapojena pásmová propust s indukční vazbou; oba laděné obvody jsou vzájemně vázány vinutím L_3 . Parazitní zpětná vazba mezi kolektorem a bází je neutralizována sériovou komplexní impedancí 3,3 pF, 270 Ω a neutralizačním vinutím L_1 . Stejně je zapojen i další mf stupeň.

Poslední mf stupeň je zapojen shodně, jen s tím rozdílem, že v kolektorovém obvodu je primární obvod souměrného poměrového detektoru. Aby byl stupeň, který pracuje i jako omezovač amplitudy stabilní, je do kolektorového obvodu zařazen odpor 330 Ω , stejně jako u předcházejících stupňů.

Z kolektoru tranzistoru třetího mf stupně se signál přivádí na primární vinutí poměrového detektoru, který pracuje i jako částečný omezovač amplitudy zpracovávaného signálu. K detekci kmitočtově modulovaného signálu slouží párovane diody 2-GA206, na jejichž výběru závisí vlastnosti poměrového detektoru a zkreslení signálu. Nemají-li diody stejné dynamické charakteristiky, dochází k nesymetrii detekční charakteristiky a k menšímu potlačení parazitní amplitudové modulace. Rozdíl v charakteristických vlastnostech diod lze částečně vyrovnat odporovým trimrem 1,5 k Ω , jímž se nastavuje souměrnost pracovních režimů obou diod a tím úroveň potlačení amplitudové modulace. Odpor 18 k Ω a kondenzátor 5 μ F za odporovým trimrem slouží jako stabilizační člen poměrového detektoru a odpor je navíc pracovním odporem detektoru. Člen RC na výstupu poměrového detektoru (18 k Ω , 22 nF) slouží jako deemfáze – upravuje na správnou úroveň vyšší kmitočty, které jsou ve vysílači zdůrazněny.

V celé větvi kladného napájecího napětí jsou kromě obvyklých filtračních kondenzátorů zařazeny i tlumivky, které zabráňují šíření vf kmitočtů po rozvodu. Zesilovač tím získá na stabilitě a není náchylný ke kmitání.

Konstrukce a rozmístění součástek

Celý přijímač je konstruován na dvou deskách s plošnými spoji (obr. 54 a 56)

jako dvě stavební jednotky. Rozmístění součástek je zřejmé z obrázků. Jsou použity zásadně keramické kondenzátory a miniaturní odpory. Ladící kondenzátor je z přijímače Fidelio, který k nám byl dovážen z NDR asi před pěti lety. Vyhoví ovšem jakýkoli dvojité ladící kondenzátor s kapacitou do 20 pF. Cívky, kostřičky a počty závitů vstupního laděného dílu si hned uvedeme. K dosažení uvedené citlivosti je třeba použít předepsané postříbřené vodiče.

Cívky na ladicím dílu VKV

L_1 – 2 závitů drátu o \varnothing 0,35 mm CuP mezi 2. a 3. závitem cívky L_2 (od studeného konce).

L_2 – 6 závitů drátu o \varnothing 0,7 mm Cu, postříbřený, na botičce o \varnothing 5 mm.

L_3 – 5 závitů drátu o \varnothing 0,7 mm Cu, postříbřený, na botičce o \varnothing 5 mm.

L_4 – 8 závitů samonosně drátem o \varnothing 0,5 mm CuP na \varnothing 5 mm.

L_5 – 4,5 závitů drátu o \varnothing 0,7 mm Cu, postříbřený, na botičce o \varnothing 5 mm.

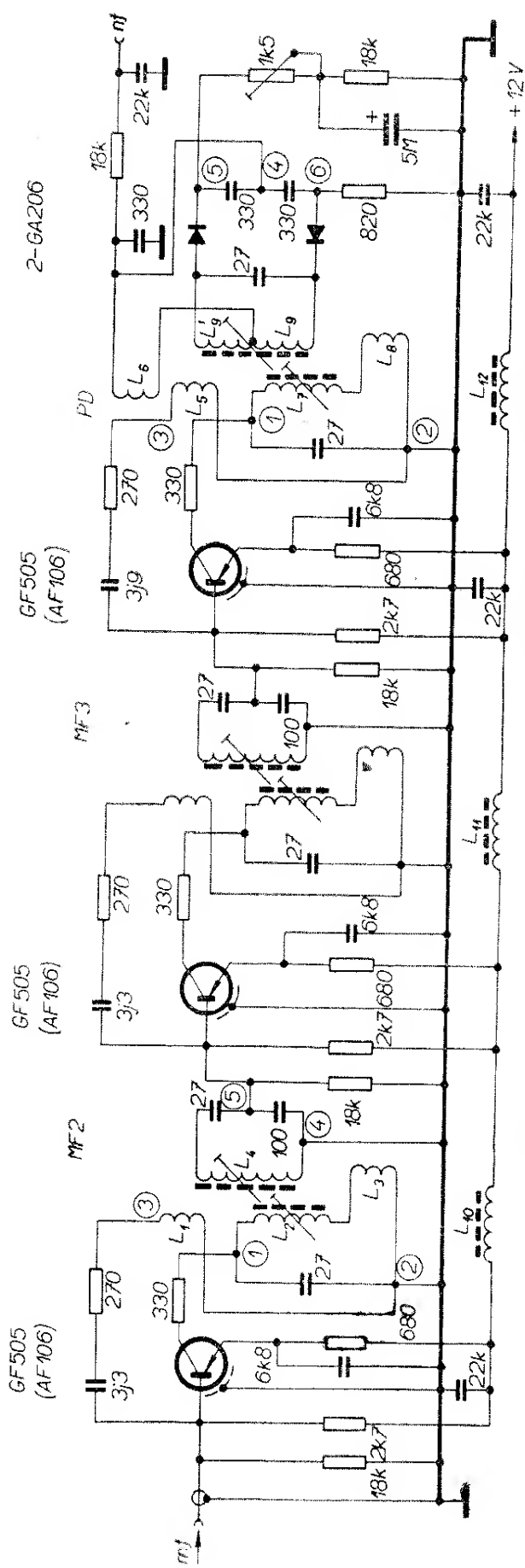
L_6 – 22 závitů drátu o \varnothing 0,4 mm CuP na feritové tyčce o \varnothing 3 mm.

Mezifrekvenční díl je na destičce o rozměrech 140 mm \times 52 mm. Jako mf transformátory slouží výprodejní tělíska z televizního přijímače Camping, která se pod názvem „filtr“ dostanou za 7,— Kčs v prodejně Radioamatér v Praze. Z kostřiček je třeba odstranit původní vinutí, kondenzátory a odpory. Vzhled pásmových propustí před úpravou je na obr. 57. Pásmové propustě a poměrový detektor se navinou podle návodu a umístí v krytu, který se prodává ve stejné prodejně. Kryt je přesně „na míru“, je ho jen třeba snížit na potřebnou výšku. Při úpravě krytu nesmíme zapomenout na uzemňovací vývody, neboť všechny mf transformátory je třeba velmi dobře stínit. (Zapojení mf transformátorů a poměrového detektoru je na obr. 58).

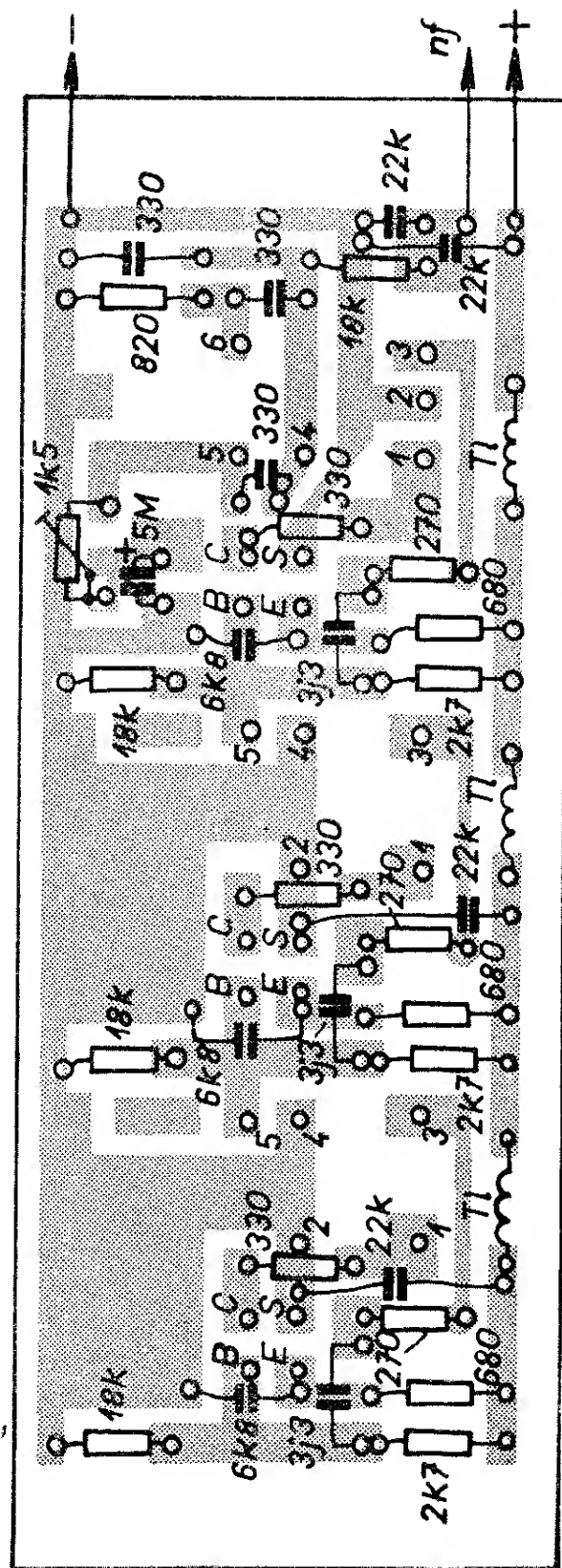
Cívky mf transformátorů

Všechny tři transformátory jsou stejné, jen u prvního chybí neutralizační vinutí.

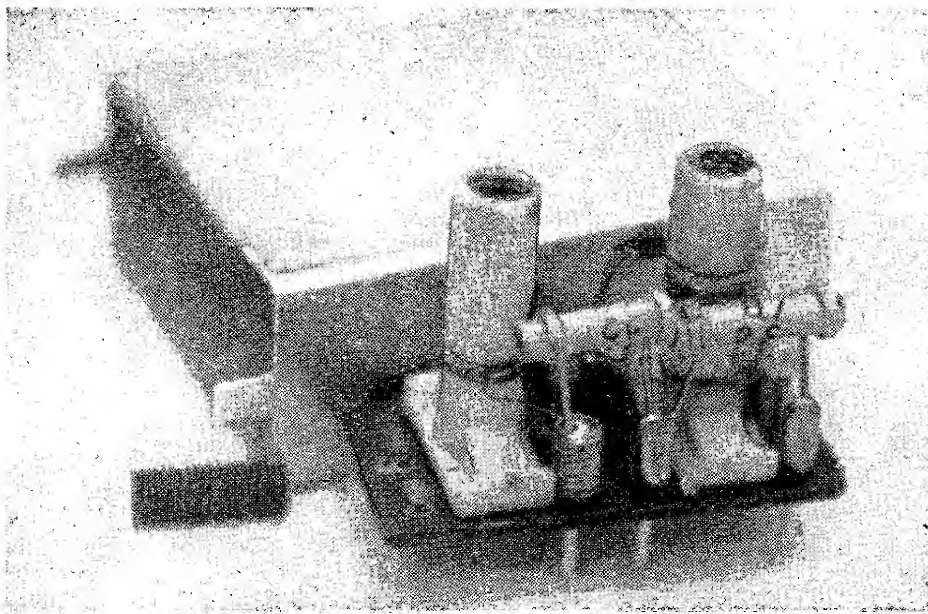
– 8 závitů drátu o \varnothing 0,15 mm CuP na L_1 botičce o \varnothing 5 mm.



Obr. 55. Zapojení mf zesilovače a poměřovacího přijímače VKV



Obr. 56. Deska s plošnými spoji (obj. č. B11) a rozmístění součástek mf zesilovače podle obr. 55



Obr. 57. Kostříčky pásmové propustě před úpravou

- L_2 – 35 závitů stejného drátu, indukčnost bez jádra $4,8 \mu\text{H}$, s jádrem $10 \mu\text{H}$.
- L_3 – 7 závitů drátu o $\varnothing 0,15 \text{ mm}$ CuP na botičce o $\varnothing 5 \text{ mm}$.
- L_4 – 35 závitů drátu o $\varnothing 0,15 \text{ mm}$ CuP, indukčnost $4,9 \mu\text{H}$ bez jádra, s jádrem $10 \mu\text{H}$.

Poměrový detektor je na stejných kostříčkách jako mf pásmové propustě a ladí se rovněž feritovými jádry M4.

Cívky poměrového detektoru jsou navinuty na botičkách o $\varnothing 5 \text{ mm}$.

- L_5 – 8 závitů drátu o $\varnothing 0,15 \text{ mm}$ CuP.
- L_6 – 7 závitů stejného drátu.
- L_7 – 25 závitů stejného drátu.
- L_8 – 3 závity stejného drátu.
- L_9 – 17 závitů drátu o $\varnothing 0,2 \text{ mm}$ CuP.
- L'_9 – 17 závitů drátu o $\varnothing 0,2 \text{ mm}$ CuP.

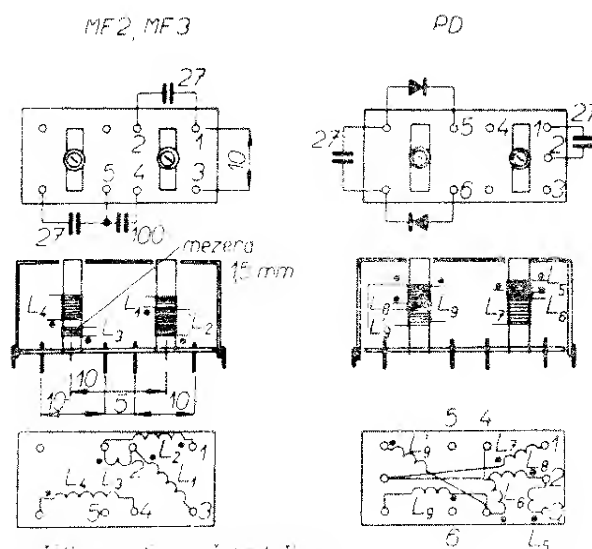
Cívky L_9 a L'_9 jsou vinuty bifilárně.

Zapojení vývodů a uspořádání vinutí je na obr. 58.

Nastavení přijímače VKV

Nastavení poměrového detektoru. Každé sladování přijímače VKV začínáme sladováním poměrového detektoru. Před sladováním necháme všechny přístroje napájené ze sítě zapnuté alespoň 15 minut, aby se ustálily jejich teplotní poměry. Nastavení poměrového detektoru je složité, má-li být jeho činnost uspokojivá. Máme-li proto možnost, nespokojíme se

s nastavením jen podle signálního generátoru, ale po naladění kontrolujeme ještě charakteristiku poměrového detektoru rozmítačem kmitočtů. Postupujeme takto: výstupní signál mf kmitočtu $10,7 \text{ MHz}$ (nemodulovaný) přivedeme přes kondenzátor $10\,000 \text{ pF}$ na bázi posledního tranzistoru mf zesilovače. Bifilárně vinuté sekundární vinutí poměrového detektoru rozladíme vytočením jádra cívky. Stejnosměrný elektronkový voltmetr připojíme paralelně ke kondenzátoru $5 \mu\text{F}$ tak, že ke



Obr. 58. Zapojení mf transformátorů a poměrového detektoru mf zesilovače z obr. 55 (pohled shora)

kladnému pólu kondenzátoru zapojíme nejdříve odpor $100\text{ k}\Omega$, k němu do série jeden přívod k měřidlu a druhý na šasi přijímače. Otáčením jádra cívky v kolektoru posledního mf tranzistoru L_7 (primární vinutí poměrového detektoru) nastavíme maximální výchylku ručky voltmetru.

Pak připojíme elektronkový voltmetr na umělý střed poměrového detektoru (připojíme paralelně k elektrolytickému kondenzátoru $5\text{ }\mu\text{F}$ dva odpory $100\text{ k}\Omega$ v sérii – jeden přívod k voltmetru) a na nf výstup poměrového detektoru (druhý přívod). Otáčením jader cívek L_9 a L'_9 (sekundární vinutí poměrového detektoru) nastavíme nulovou výchylku ručky voltmetru. Výchylka musí být skutečně nulová, nikoli jen minimální, neboť při dalším otáčení jader se musí ručka voltmetru pohybovat směrem doleva, tj. do oblasti záporných napětí. Rozladěním generátoru na obě strany od kmitočtu $10,7\text{ MHz}$ zjistíme pak souměrnost nastavení poměrového detektoru, která musí být lepší než 10% v rozsahu $\pm 150\text{ kHz}$.

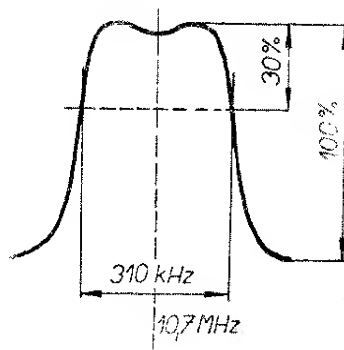
Pak přepneme signální generátor na amplitudovou modulaci a do poměrového detektoru zavádíme mf signál modulovaný 400 Hz do hloubky 30% přes sériový člen RC $10\text{ k}\Omega$, $4,7\text{ pF}$. Signál zavedeme na vstup mf zesilovače. Přes oddělovací odpor $100\text{ k}\Omega$ připojíme nf milivoltmetr na nf výstup poměrového detektoru za člen RC deemfaze ($1,8\text{ k}\Omega$ a 22 nF). Potenciometrem $1,5\text{ k}\Omega$ v poměrovém detektoru pak nastavíme minimální výchylku ručky nf milivoltmetru – maximální potlačení AM. Po nastavení potenciometru přepneme signální generátor na kmitočtovou modulaci a zkušební signál modulujeme kmitočtovým zdvihem $22,5\text{ kHz}$. Kontrolujeme poměr nf výstupního napětí při amplitudové a kmitočtové modulaci – odstup má být minimálně 26 dB .

Nastavení mf zesilovače. Stejnoseměrný voltmetr připojíme mezi kladný pól elektrolytického kondenzátoru $5\text{ }\mu\text{F}$ poměrového detektoru a zem přijímače. Zkušební signál $10,7\text{ MHz}$ (nemodulovaný) přivedeme přes stejný sériový člen RC do stejného bodu jako při nastavování potlačení AM. Výstupní napětí generátoru nastavíme tak, aby indikační stejnosměrný voltmetr ukázal výchylku 3 V . Pak ladíme jednot-

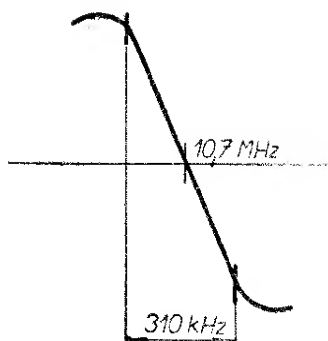
livé cívky pásmových propustí tak, že vždy tu cívku, kterou neladíme, zatlumíme odporem $1\text{ k}\Omega$ a jádro laděné cívky nastavíme na maximální výchylku ručky indikačního voltmetru. Postupujeme obvykle od poslední mf pásmové propustě a během nastavování udržujeme vstupní zkušební napětí vždy jen takové, aby výchylka ručky indikačního voltmetru nebyla větší než 3 V .

Po nastavení všech pásmových propustí a poměrového detektoru zkontrolujeme ještě tvar kmitočtové charakteristiky mf zesilovače a poměrového detektoru rozmítačem a osciloskopem. Rozmítač kmitočtů připojíme přes sériový člen RC $10\text{ k}\Omega$, $34,7\text{ pF}$ na vstup mf zesilovače. Výstupní napětí nastavíme na 20 mV , značky na $10,7\text{ MHz}$ a $\pm 150\text{ kHz}$. Osciloskop připojíme na vývod 6 poměrového detektoru a kontrolujeme křivku mf zesilovače, která má mít tvar podle obr. 59. Je samozřejmé, že předpokladem pro správný tvar křivky je správné nastavení poměrového detektoru. Je-li poměrový detektor správně nastaven a liší-li se tvar křivky na osciloskopu od obrázku, upravíme amplitudu křivky změnou nastavení jádra cívky první mf pásmové propustě a jádru dalších pásmových propustí nastavíme její správný tvar.

Průběh charakteristické křivky poměrového detektoru (tzv. křivky S) ověříme rozmítačem kmitočtů tak, že osciloskop přepojíme na nf výstup poměrového detektoru za člen deemfaze přes oddělovací odpor $100\text{ k}\Omega$. Vstup zkušebního signálu je stejný jako při předcházejícím měření. Tvar křivky (správný tvar je na obr. 60)



Obr. 59. Křivka mezifrekvenčního zesilovače, snímaná osciloskopem



Obr. 60. Křivka S poměrového detektoru

lze upravit v malých mezích změnou nastavení jader cívek poměrového detektoru.

Jak již bylo řečeno, je podmínkou správného nastavení poměrového detektoru lineární průběh křivky S s odchylkami do 10 %. Je to však podmínka druhotná – nejsprávněji by se měl poměrový detektor nastavovat dynamickou metodou; ta je však příliš složitá a v praxi se neužala. Jednodušeji lze nastavit minimální zkreslení poměrového detektoru pozorováním sinusovky zkušebního signálu, z jejíhož tvaru usuzujeme na velikost zkreslení.

Při tomto měření nastavíme primární vinutí poměrového detektoru dříve popsaným způsobem. Před nastavováním sekundárního vinutí připojíme na vstup nf zesilovače signální generátor, na němž nastavíme signál 10,7 MHz, modulovaný 400 až 1000 Hz se zdvihem asi do 100 kHz; velký zdvih volíme proto, abychom mohli lépe pozorovat zkreslení na osciloskopu, který připojíme na výstup nf zesilovače. Pak upravujeme indukčnost sekundárního vinutí poměrového detektoru tak dlouho, až najdeme polohu jádra, při níž bude zkreslení výstupní sinusovky nejmenší. Zkreslení musí být u obou půlvln sinusovky stejné.

Vstupní obvody přijímače ladíme signálním generátorem, který nastavíme na kmitočet 66 MHz. Signál přivedeme na vstup přijímače. Zkušební signál je nemodulovaný. Vyhledáváme maximální výchylku ručky elektronkového voltmetru, připojeného paralelně k elektrolytickému kondenzátoru 5 μF v poměrovém detektoru, a to nejdříve změnou stoupání závitů cívky L_5 , připojené paralelně k ladicímu kondenzátoru oscilátoru, potom cívky L_3 ,

připojené paralelně k ladicímu kondenzátoru vstupu. Pak změníme kmitočet signálu na 73 MHz (nemodulovaný) a nastavujeme změnou doladovacích kapacitních trimrů obvodu oscilátoru a vstupu výchylku ručky indikačního voltmetru na maximum. Postup několikrát opakujeme, až je přijímač sladěn.

Při sladění si počínáme pečlivě, neboť na dokonalosti sladění závisí výsledek celé naší práce. Sladění, zvláště použijeme-li osciloskop a rozmítač, nám také pomůže odhalit všechny případné chyby ve velikosti vazby, v nastavení jednotlivých obvodů atd.

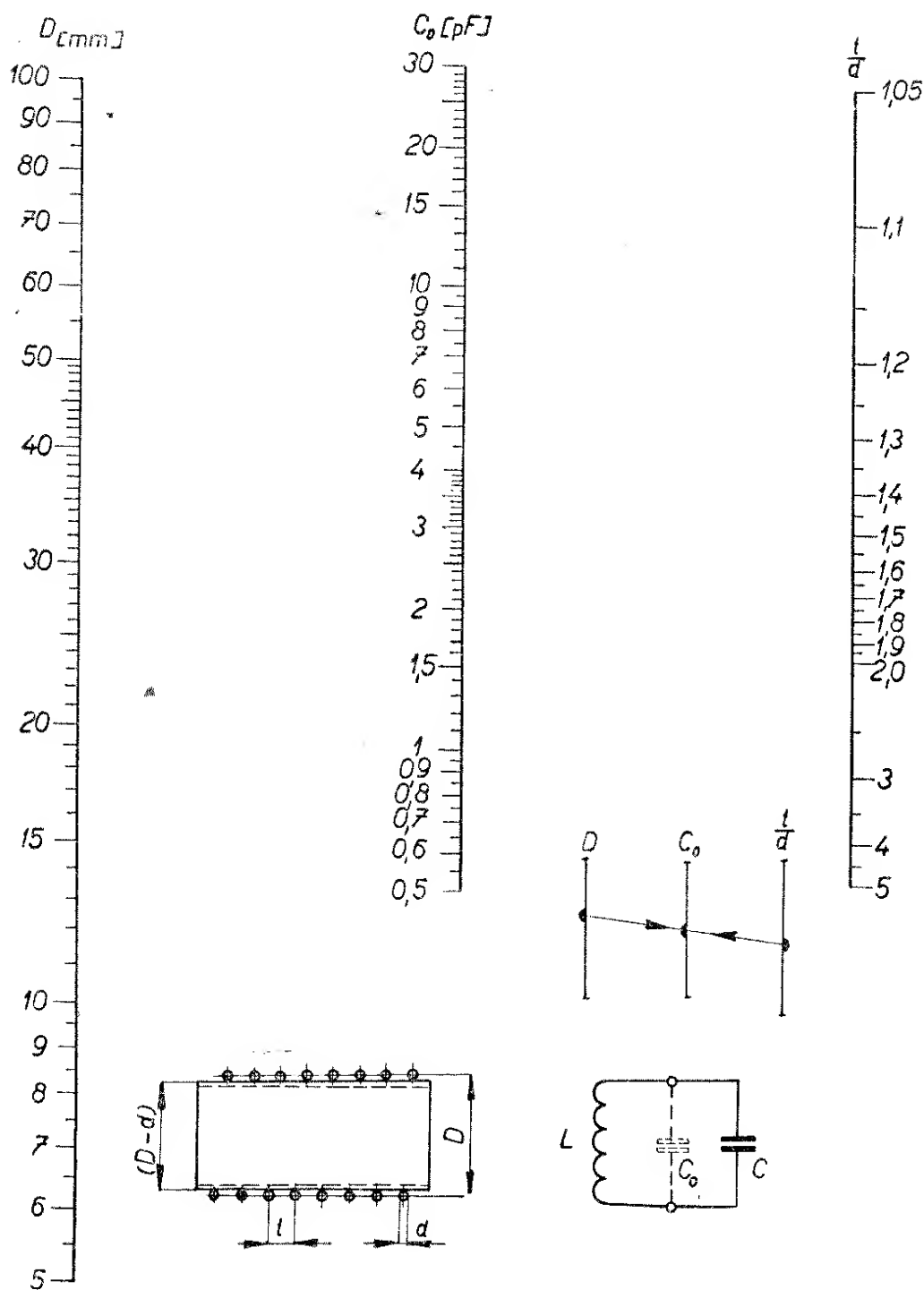
Literatura

- [1] Sieber, B.; Drábek, J.: Navrhování obvodů tranzistorových přijímačů. Praha: SNTL 1967.
- [2] Novák, K.; Kozler, J.: Amatérské součástky a stavba tranzistorových přijímačů. Praha: SNTL 1965.
- [3] Čermák, J.; Navrátil, J.: Tranzistorová technika. Praha: SNTL 1967.
- [4] Budínský, J.: Nízkofrekvenční tranzistorové zesilovače. Praha: SNTL 1961.
- [5] Janda, J.: Druhý přijímač pro domácnost. AR 6/63, str. 160.

Oprava

V RK 5/67 se do vzorce (5) na straně 33 vloudila chyba, za kterou se čtenářům omlouváme. Správný výraz má tvar: $U_2 = \sqrt{0,05 \cdot R_z}$. Vlivem této chyby jsou i jiné údaje na pravé straně tabulky II na straně 34. Správné znění tabulky je:

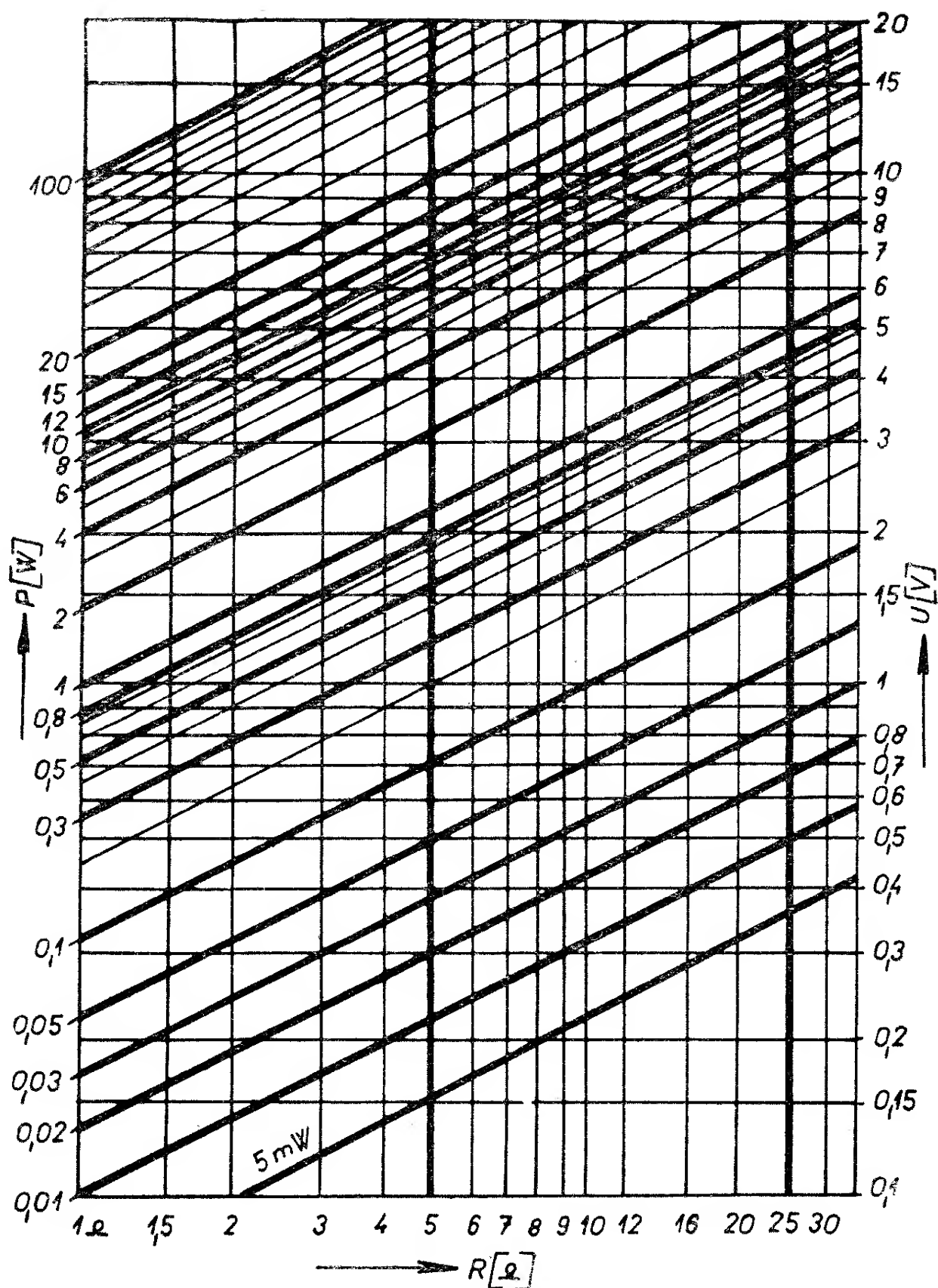
Zatěžovací odpor R_z [Ω]	Výstupní napětí [mV]
2	316
4	447
5	500
6	548
8	632
10	707
15	837
20	1000
25	1118
200	3162



Nomogram ke stanovení vlastní kapacity cívek

Kapacitu vinutí C_0 zjistíme pomocí nomogramu takto: spojíme body odpovídající \varnothing vinutí a poměru l/d na stupnicích $D_{[mm]}$ a l/d a dostaneme průsečík na prostřední ose označené $C_0 [pF]$. Dílek, jímž prochází průsečík, udává vlastní kapacitu vinutí.

Příklad. – Jakou vlastní kapacitu má cívka o \varnothing vinutí 25 mm při poměru $l/d = 1,2$. Spojením příslušných dílků na levé a pravé stupnici přímkou, která protíná osu C_0 v bodě označeném dílkem 3,4, dostáváme výsledek 3,4 pF.



Graf pro určení výstupního výkonu nf zesilovače z napětí U na známém zatěžovacím odporu R ($P = \frac{U^2}{R}$)

$$60 \cdot \frac{1}{68} R_K$$

Tab. 1. Čs. nf tranzistory podle dovolené kolektorové ztráty

P_C [W]	Mat.	Typ tranzistoru
0,01 W	Ge	GC503, GC504, GC505, GC506 (p-n-p)
0,03 W	Ge	101NU70 (n-p-n)
0,05 W	Ge	102NU70, 103NU70, 104NU70 (n-p-n)
0,125 W	Ge	105NU70, 106NU70, 107NU70 (n-p-n); 0C70, 0C71, 0C75 (p-n-p)
0,165 W*)	Ge	101NU71, 102NU71, 103NU71, 104NU71 (n-p-n); 0C72, 0C76, 0C77, GC507, GC508, GC509 (p-n-p)
0,55 W	Ge	GC500, GC501, GC502 (p-n-p)
4 W	Ge	2NU72, 3NU72, 4NU72, 5NU72 (p-n-p), 0C30 (p-n-p)
12,5 W	Ge	2NU73, 3NU73, 4NU73, 5NU73, 6NU73, 7NU73 (p-n-p), 0C26, 0C27 (p-n-p)
50 W	Ge	2NU74, 3NU74, 4NU74, 5NU74, 6NU74, 7NU74 (p-n-p)
10 W	Si	KU601, KU602 (n-p-n)
50 W	Si	KU605, KU606 (n-p-n)

Ge – germaniový, Si – křemíkový.

*) s chladičí plochou 12,5 cm².

Tab. 2. Čs. tranzistory podle proudového zesilovacího činitele nakrátko β (h_{21e})

a) nízkofrekvenční

Rozmezí	Typ tranzistoru
20 až > 100	101 až 104NU70; 0C30 (A = 18 až 35, B = 35 až 70, C = 70 až 110)
20 až 40	105NU70, 0C70, 2NU74, 4NU74, 6NU74
30 až 75	106NU70, 0C71, GC500
65 až 130	107NU70, 0C75, 5NU74, 7NU74
40 až 120	101NU71, 104NU71, 0C72, GC501, GC502, 3NU74
50 až 220	102NU71, GC508, GC509
30 až 200	103NU71
30 až 180	0C26, 0C27
> 10	2 až 5NU72, 2 až 7NU73
> 20	KU601, KU602

b) vysokofrekvenční

20 až 100	152NU70, 154NU70
10 až 40	153NU70
25 až 125	155NU70
45 až 225	156NU70
20 až 300	0C169, 0C170
> 10	GF501, GF502, GF504
25 až 50	GF505, GF506
80	KF506, KF507, KF508

Tab. 5. Tabulka výsledných hodnot sériového a paralelního zapojení dvou odporů nebo kondenzátorů řady TESLA E 12

R_1, C_1 / R_2, C_2	1	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2	10
1	0,5	0,6	2,5	2,8	3,2	3,7	4,3	4,9	5,7	6,6	7,8	9,2	11
1,2	0,545	0,67	0,75	3,—	3,4	3,9	4,5	5,1	5,9	6,8	8,—	9,4	11,2
1,5	0,6	0,72	0,82	0,9	3,7	4,2	4,8	5,4	6,2	7,1	8,3	9,7	11,5
1,8	0,65	0,78	0,87	0,98	4,5	5,1	5,8	6,5	7,4	8,3	9,6	10,—	11,8
2,2	0,68	0,83	0,97	1,08	1,1	1,35	1,65	1,95	2,35	2,8	3,4	4,1	12,2
2,7	0,73	0,88	1,04	1,16	1,21	1,48	1,79	2,13	2,56	3,07	3,72	4,5	12,7
3,3	0,77	0,92	1,08	1,23	1,32	1,6	1,94	2,3	2,73	3,33	4,04	4,8	13,3
3,9	0,8	0,96	1,14	1,3	1,41	1,71	2,08	2,51	3,00	3,58	4,3	5,1	13,9
4,7	0,85	0,99	1,18	1,36	1,5	1,82	2,27	2,64	3,15	3,8	4,6	5,5	14,7
5,6	0,85	1,02	1,23	1,42	1,66	1,93	2,35	2,82	3,35	4,0	4,8	5,7	15,6
6,8	0,87	1,05	1,27	1,48	1,73	2,03	2,47	2,95	3,5	4,2	5,0	5,9	16,8
8,2	0,89	1,07	1,3	1,5	1,81	2,13	2,58	3,08	3,65	4,35	5,15	6,0	18,2
10	9,91	1,07	1,3	1,5	1,81	2,13	2,58	3,08	3,65	4,35	5,15	6,0	18,2

Tab. 4. Přehled hrotových diod pro tranzistorové přijímače

β (h_{21e})	α (a_b)
9	0,9
10	0,91
11,5	0,92
13	0,93
15,7	0,94
19	0,95
24	0,96
32	0,97
49	0,98
65,7	0,985
99	0,99
200	0,995

Typ	Použití	Barevné označení pouzdra (katody)
1NN41	detekce	bílý proužek
2NN41	všeobecné	žlutý proužek
3NN41	všeobecné	modrý proužek
4NN41	všeobecné	zelený proužek
5NN41	řízení mř	červený proužek
6NN41	detekce	černý proužek
7NN41	obrazová detekce	fiolový proužek
GA201	detekce	bílý proužek (tečka)
GA202	všeobecné	žlutý proužek (tečka)
GA203	řízení mř	modrý proužek (tečka)
GA204	všeobecné	zelený proužek (tečka)
GA205	všeobecné	červený proužek (tečka)
2-GA206	pom. detektor	fiolový proužek (tečka)

Tab. 3. Převod proudového zesilovacího činitele nakrátko v zapojení se společnouází pro zapojení se společným emitorem

Tab. 6. Odpor a zatížitelnost plošných spojů

Šířka spoje [mm]	Cu fólie 35 až 40 μm			Cu fólie 70 μm		
	proud [A]		odpor [Ω/cm]	proud [A]		odpor [Ω/cm]
	mezní	dovolený		mezní	dovolený	
1	5	0,8	0,0048	8	1,4	0,0025
1,5	10	1,2	0,0032	15	2,1	0,0017
2	12	1,6	0,0024	17	2,8	0,0013
3	15	2,4	0,0016	20	4,2	0,0008
6	23	4,8	0,0008	35	8,4	0,0004

Tab. 7. Kmitočtové rozsahy přijímačů

Pásmo	Kmitočet	Vlnová délka	Poznámka
Dlouhé vlny DV	150 až 285 kHz	2000 až 1050 m	platí všeobecně
Střední vlny SV	525 až 1605 kHz	572 až 185 m	platí všeobecně
Krátké vlny KV	5,95 až 6,2 MHz 7,1 až 7,3 MHz 9,5 až 9,775 MHz 11,7 až 11,975 MHz 15,1 až 15,45 MHz 17,7 až 17,9 MHz 21,45 až 21,75 MHz 25,6 až 26,1 MHz	pásmo 49 m pásmo 41 m pásmo 31 m pásmo 25 m pásmo 19 m pásmo 16 m pásmo 13 m pásmo 11 m	
Velmi krátké vlny VKV	66 až 73 MHz 87,5 až 108 MHz	4,5 až 4,1 m 3,4 až 2,8 m	MLR, BLR, ČSSR, SSSR, RLR, PLR, NDR, Rak., NSR

Tab. 8. Typické sřadovací kmitočty přijímače s rozsahy DV, SVI, SVII, KVI, KVII, VKV a sřadovací prvek (mezifrekvenční kmitočet 468 kHz a 10,7 MHz)

DV	153 kHz (1961 m) – cívka; 278 kHz (1079 m) – kondenzátor
SVI	942 kHz (318,4 m) – cívka; 1552 kHz (194 m) – kondenzátor
SVII	530 kHz (566 m) – cívka; 873 kHz (343,6 m) – kondenzátor
KVI	5,9 MHz (50,8 m) – cívka; 11,7 MHz (25,6 m) – kondenzátor
KVII	12,8 MHz (23,4 m) – cívka; 22,6 MHz (13,3 m) – kondenzátor
VKV	72,4 MHz – kondenzátor; 66,8 MHz – cívka

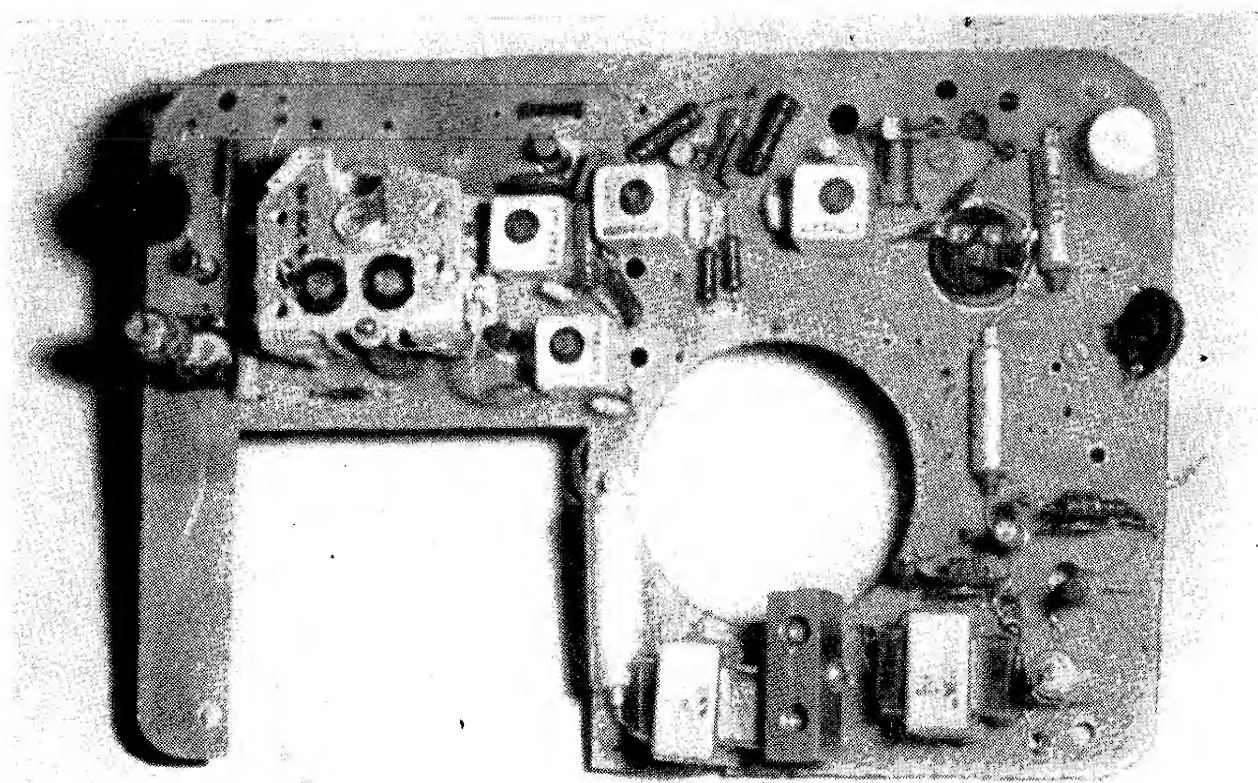
Tab. 9. Středovlnné zahraniční vysílače s výkonem nad 100 kW (k 30. 6. 1967)

Kmitočet [kHz]	Název	Stát	Výkon [kW]	Kmitočet [kHz]	Název	Stát	Výkon [kW]
529	Beromünster	Švýc.	150	827	Sofia	BLR	100
539	Budapest I	MLR	135	836	Nancy	Franc.	150
557	Helsinki	Fin.	100	845	Řím II	Itálie	150
575	Leipzig	NDR	120	854	Bukurešť	RLR	150
575	Stuttgart	NSR	300	863	Paříž I	Franc.	300
575	Riga I	SSSR	100	872	Moskva III	SSSR	150
584	Vídeň II	Rak.	150	881	Berlin-Königs Wusterhausen	NDR	100
593	Sofia II	BLR	200	890	Alžír II	Alžír	200
602	Lyon I	Franc.	100	899	Milán I	Itálie	150
611	Berlin-Köpenick	NDR	500	908	Burg	NDR	250
611	Sarajevo	Jug.	100	917	Lublaň I	Jug.	135
620	Brusel I	Belg.	150	926	Brusel II	Belg.	150
647	Coventry	Brit.	150	935	Burg	NDR	250
656	Tel Aviv	Izrael	100	962	Turku	Finsko	100
665	Kaunas I	SSSR	100	971	Hamburg I	NSR	300
665	Lisabon	Port.	135	980	Göteborg	Švéd.	150
674	Marseille I	Franc.	150	980	Alžír I	Alžír	200
674	Jeruzalém	Jord.	200	989	Rias Berlin I	Záp. B.	300
683	Bělehrad	Jug.	200	998	Kišiněv	SSSR	100
684	Sevilla	Španěl.	250	1007	Hilversum II	Hol.	120
692	Suhl	NDR	250	1016	Mainz I	NSR	300
701	Istanbul	Turecko	150	1025	Vídeň II	Rak.	100
710	Kairo II	Egypt	100	1034	Talin I	SSSR	100
710	Doněck	SSSR	150	1043	Drážďany	NDR	220
710	Rennes I	Franc.	150	1106	Vilno II	SSSR	100
719	Östersund	Švéd.	150	1133	Záhřeb	Jug.	135
728	Schwerin	NDR	250	1160	Strassburg	Franc.	150
737	Tel Aviv	Izrael	200	1169	Kijev	SSSR	150
737	Poznaň	PLR	300	1187	Szolnok I	MLR	135
737	Barcelona	Španěl.	250	1250	Balatons abadi I	MLR	135
746	Hilversum	Hol.	120	1295	Crowborough	Brit	150
755	Timisoara	PLR	130	1304	Štětín	PLR	160
755	Lisabon II	Port.	135	1322	Lipsko	NDR	150
764	Hurriyah	Irák	300	1322	Charkov	SSSR	100
764	Sottens	Švýc.	150	1358	Berlin-Köpenick	NDR	200
773	Kairo I	Egypt	200	1385	Kovno	SSSR	150
773	Stockholm	Švéd.	150	1421	Saarbrücken I	NSR	400
782	Burg	NDR	250	1439	Luxemburg	Luxemb.	350
782	Kiev II	SSSR	100	1466	Monte Carlo	Monako	2 × 200
791	Limoges I	Franc.	100	1475	Vídeň I	Rak.	150
800	München	NSR	100	1502	Varšava III	PLR	300
800	Leningrad II	SSSR	100	1511	Berlin-Köpenick	NDR	150
809	Skopje	Jug.	135	1529	Vatikán	Vat.	120
818	Batra	Egypt	450	1538	Mainflingen	NSR	300
818	Varšava II	PLR	300				

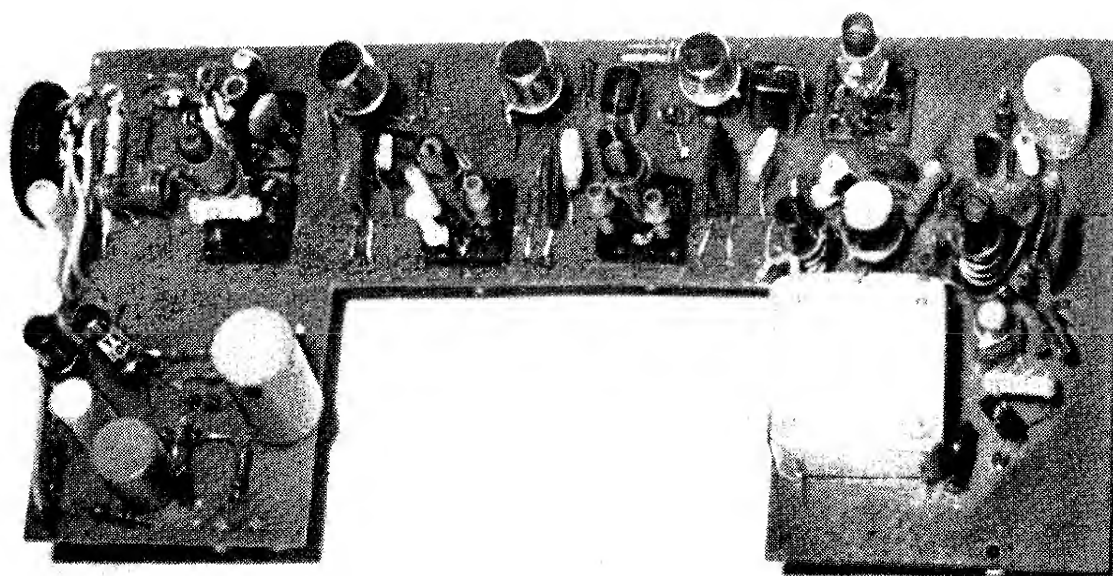
RADIOVÝ KONSTRUKTÉR – vydává Svazarm ve Vydavatelství časopisů MNO, n. p., Praha 1, Vladislavova 26, telefon 234355–7. ● Šéfredaktor ing. František Smolík, zástupce Lubemír Březina ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 223630 ● Redakční rada: A. Anton, K. Bartoš, ing. J. Čermák, K. Donát, V. Hes, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, K. Novák, ing. J. Nováková, ing. O. Petráček, dr. J. Petránek, K. Pytner, M. Šviták, ing. J. Vackář, ing. V. Vildman, J. Žen šek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,— Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO – administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS – vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohlédací pošta Praha 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha – Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. února 1968

© Vydavatelství časopisů MNO Praha

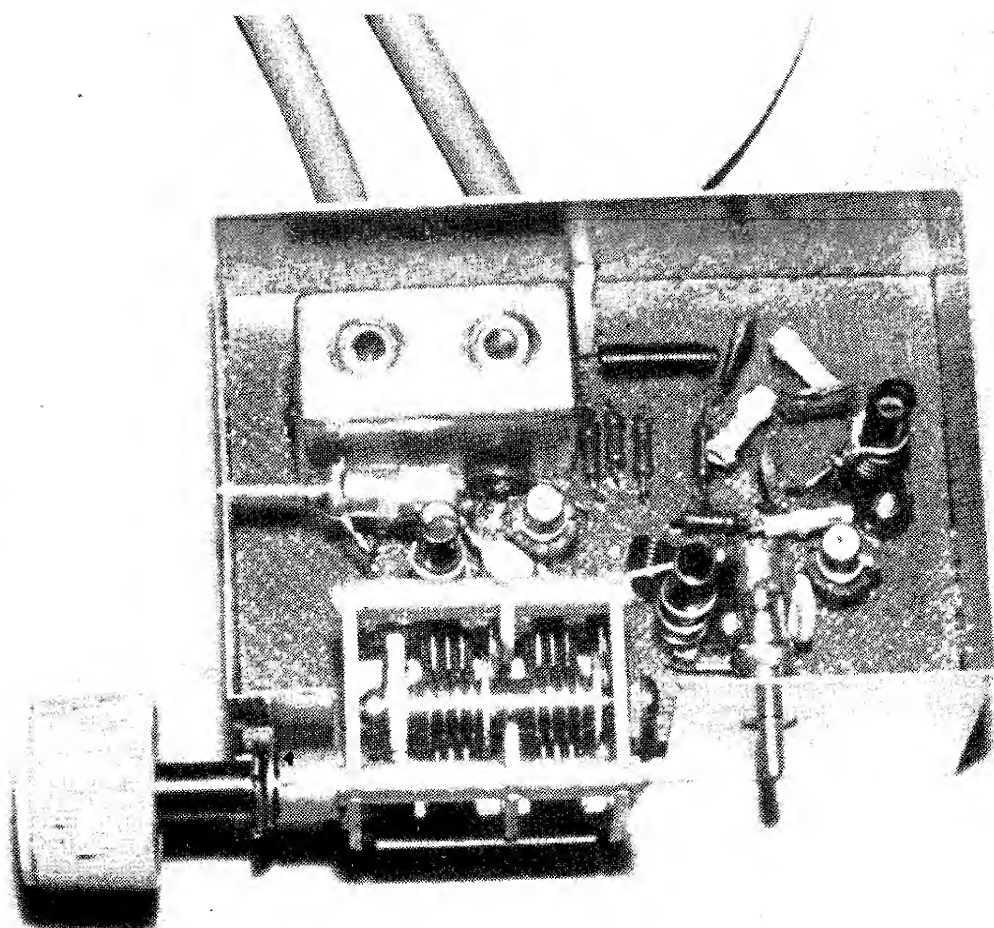
A-17*81070



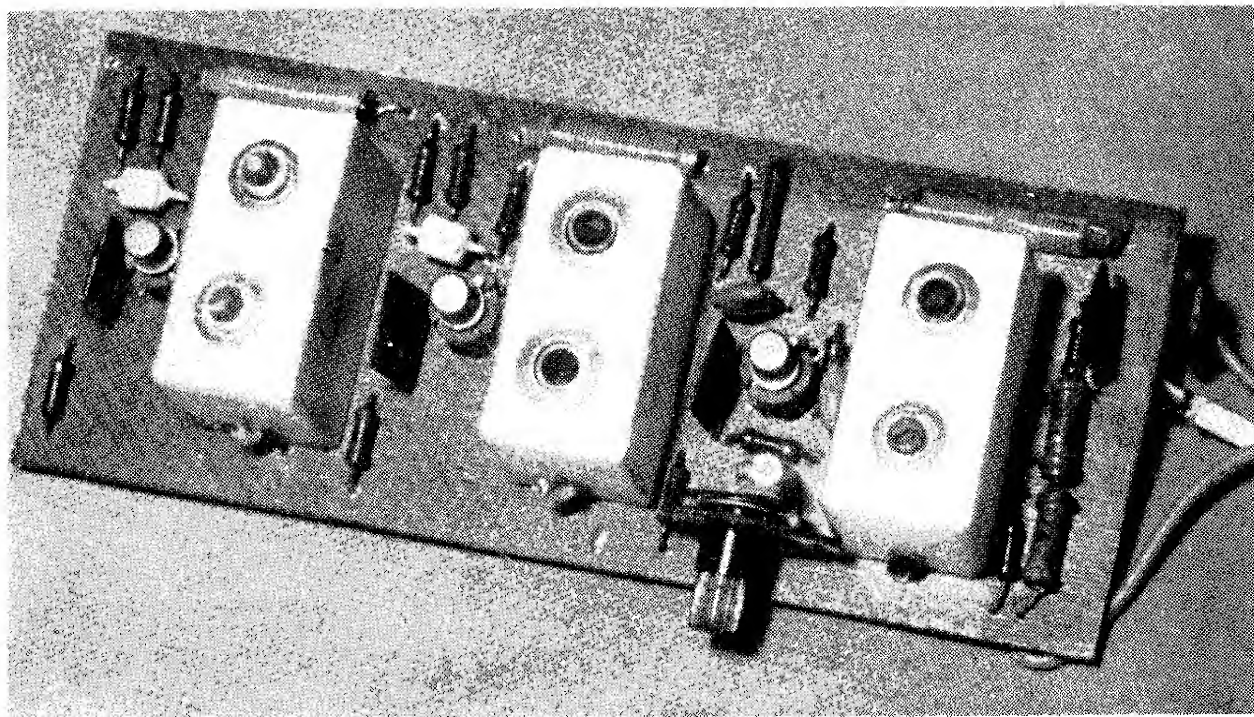
Levný přijímač AM z výprodejních součástek



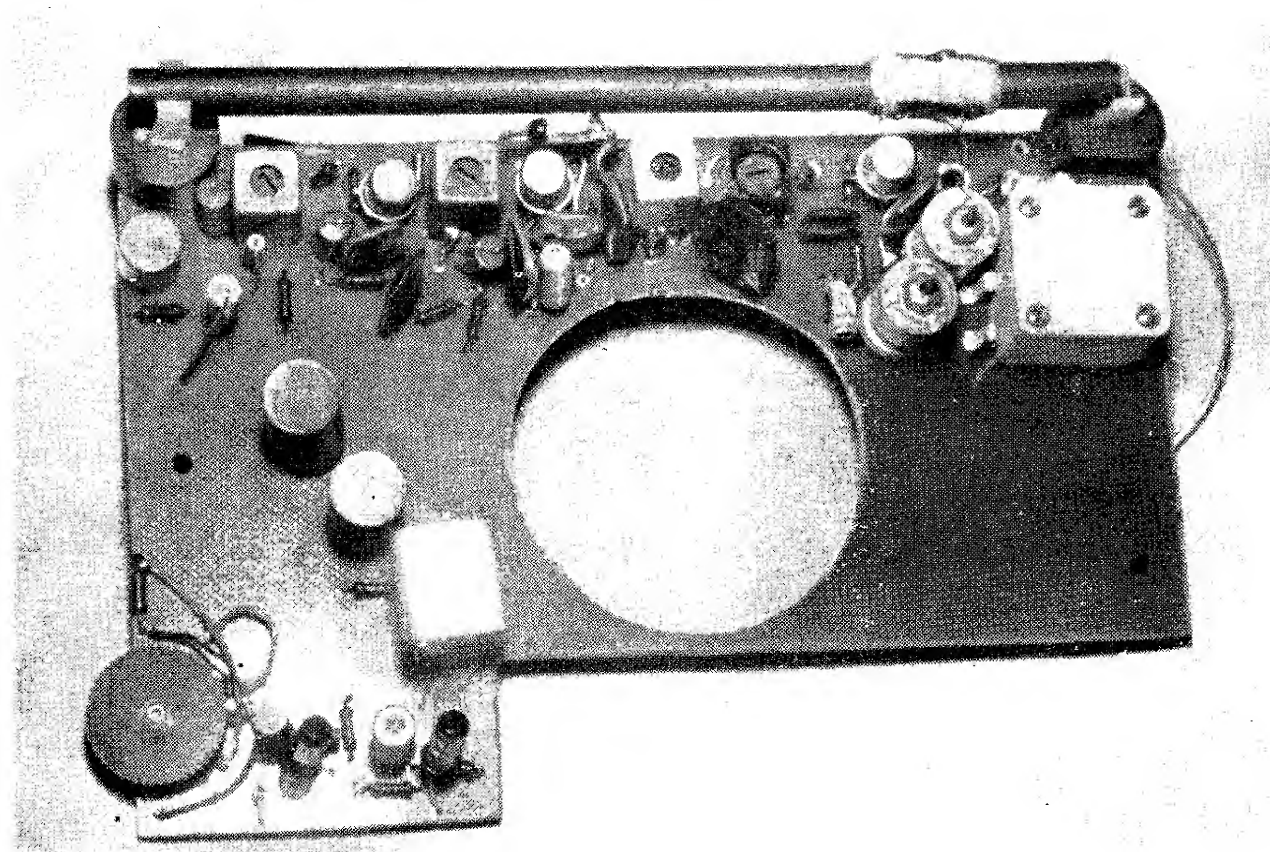
Jednoduchý přijímač VKV s mf zesilovačem s tranzistory v zapojení se společnou bází



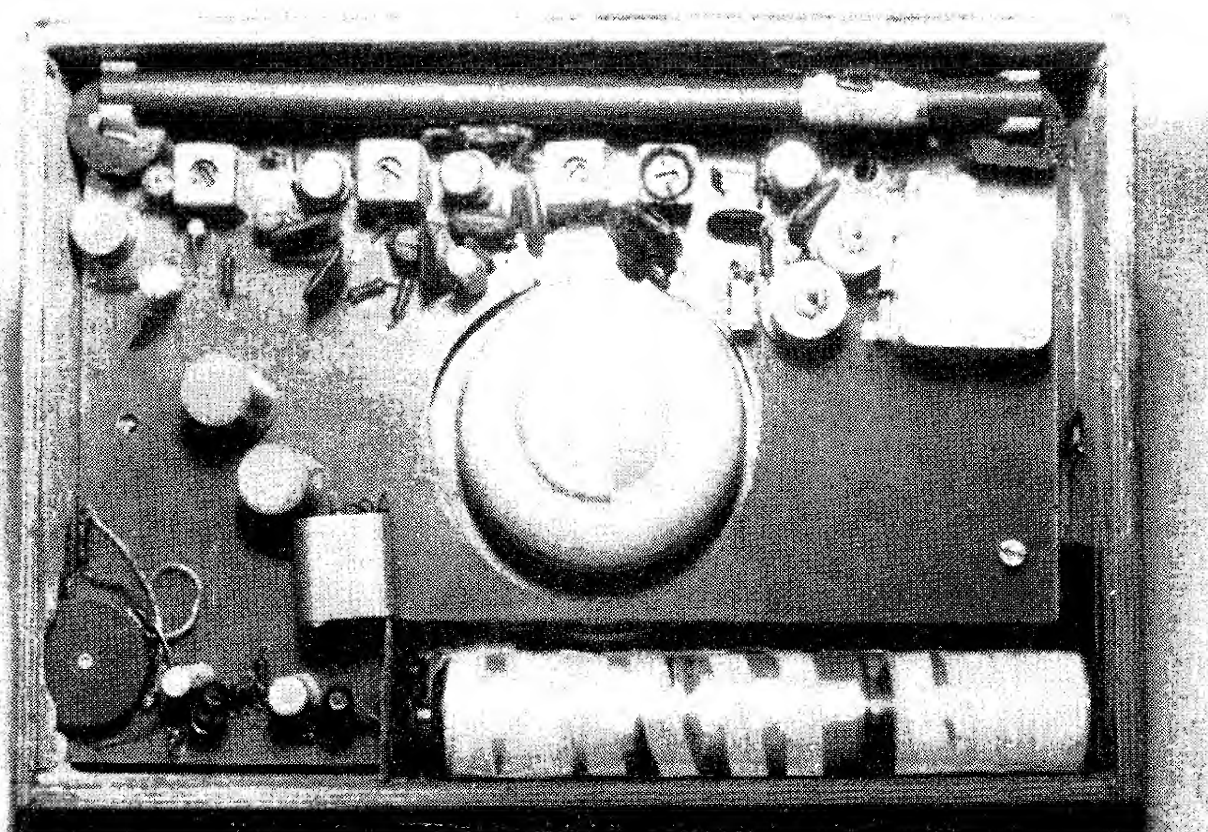
Ladící díl jakostního přijímače VKV



Mezifrekvenční zesilovač jakostního přijímače VKV



Šasi přijímače AM z titu'ní strany



Umístění šasi přijímače AM a baterií ve skřínce